

ÍNDEX GENERAL

ÍNDEX GENERAL

1.- MEMÒRIA	19
1.1.- Objecte del projecte	22
1.2.- Abast del projecte	22
1.3.- Antecedents	23
1.4.- Normes i referències	24
1.4.1.- Disposicions legals i normes aplicades	24
1.4.2.- Bibliografia	26
1.4.3.- Programes de càlcul	27
1.4.4.- Altres referències	27
1.5.- Definicions i abreviatures	28
1.5.1.- Definicions	28
1.5.2.- Abreviatures	33
1.6.- Requisits de disseny	35
1.6.1.- Requisits de disseny de la propietat	35
1.6.2.- Requisits de disseny legislatius	35
1.7.- Anàlisi de solucions	41
1.8.- Resultats finals	45
1.9.- Pressupost	49
 2.- ANNEXES	 51
 ANNEX A: FONAMENTS TEÒRICS DE L'ENLLUMENAT EXTERIOR	 53
A.1.- La llum	58
A.1.1.- Naturalesa de la llum	58
A.1.2.- Caràcter ondulatori de la llum	59
A.1.3.- L'espectre electromagnètic	61
A.2.- Propietats de la llum	63
A.2.1.- Reflexió	63
A.2.2.- Absorció	65
A.2.3.- Transmissió	65
A.2.4.- Refracció	67
A.3.- Factors involucrats en la vista	69

A.3.1.- Estructura de l'ull i sistema de visió	69
A.3.2.- Formació d'imatges	69
A.3.3.- Sensibilitat de l'ull a les diferents radiacions lluminoses	71
A.3.4.- Propietats de l'ull	72
A.3.4.1.- Acomodament	72
A.3.4.2.- Adaptació	73
A.3.4.3.- Agudeses visual	73
A.3.5.- Factors que intervenen en la percepció visual	74
A.3.5.1.-Grandària	74
A.3.5.2.-Lluentor	74
A.3.5.3.- Contrast	74
A.3.5.4.-Temps d'exposició i moviment	75
A.3.5.5.-Enlluernament	75
A.4.- El color i la llum	76
A.4.1.- Naturalesa i concepte del color	76
A.4.2.- Sistema d'ordenació dels colors	76
A.4.3.- Temperatura de color (Tc)	79
A.4.4.- Índex de rendiment de color (IRC)	79
A.5.- Magnituds lluminoses fonamentals	80
A.5.1.- Magnituds fotomètriques	80
A.5.1.1.- Flux lluminós	80
A.5.1.2.- Intensitat lluminosa	81
A.5.1.3.- Luminància	82
A.5.1.4.- Flux energètic	83
A.5.1.5.- Quantitat de llum	83
A.5.1.6.- Excitància lluminosa	83
A.5.1.7.- Rendiment lluminós	83
A.5.2.- Magnituds pròpies de l'objecte il·luminat	84
A.5.2.1.- Nivell d'il·luminació	84
A.5.2.2.- Exposició lluminosa	84
A.6.- Principis	84
A.6.1.- Llei de l'inversa del quadrat de la distància	84
A.6.2.- Llei del cosinus	85
A.6.3.- Llei de Lambert	86

A.7.- Luminàries	87
A.7.1.- Característiques energètiques	87
A.7.1.1.- Rendiment	87
A.7.1.2.- Distribució adequada	88
A.7.1.3.- Depreciació i envelliment	89
A.7.2.- Elements que componen les lluminàries	90
A.7.3.- Disposició de les lluminàries en la via	90
A.7.4.- Tipus bàsics de lluminàries	93
A.7.4.1.- Enllumenat de jardí	93
A.7.4.2.- Luminàries clàssiques	93
A.7.4.3.- Enllumenat viari	94
A.7.4.4.- Projectors	94
A.7.5.- Criteris selecció	95
A.7.5.1.- Distribució fotomètrica	95
A.7.5.2.- Factor d'utilització	96
A.7.5.3.- Factor de conservació	96
A.7.5.4.- Protecció contra tensions de contacte	98
A.7.5.5.- Criteris estètics	99
A.8.- Sistemes d'encesa i apagada	99
A.8.1.- Cèl·lules fotoelèctriques	100
A.8.2.- Relotges astronòmics	100
A.8.3.- Sistemes de regulació de flux lluminós	101
A.8.3.1.- Apagada parcial	101
A.8.3.2.- Equips auxiliars de doble règim	101
A.8.3.3.- Reguladors - estabilitzadors en capçalera	102
A.8.4.- Sistemes de gestió centralitzada	103
A.8.4.1.- Unitats de punt de llum	104
A.8.4.2.- Unitats d'escomesa	104
A.9.- Fonts de llum	107
A.9.1.- Característiques de la làmpada	107
A.9.2.- Tipologia de làmpades	109
A.9.2.1.- Làmpades d'incandescència	110
A.9.2.2.- Làmpades de descàrrega	114
A.9.2.3.- Làmpades d'inducció	125

A.9.2.4.- Tecnologia LED	125
A.9.2.5.- Comparativa	129
A.10.- Contaminació lumínica	130
A.10.1.- Definició	130
A.10.2.- Causes i efectes	132
A.10.3.- Prevenció de la contaminació lumínica	133
A.10.3.1.- Luminàries	133
A.10.3.2.- Disposició de les llumeneres. Enfocaments	135
A.10.3.3.- Efectes de les làmpades	136
A.10.3.4.- Nivells d'il·luminació	137
A.10.3.5.- Horari de reducció del flux lumínic	137
ANNEX B: AUDITORIA ENERGÈTICA	139
B.1.- Objectiu	141
B.2.- Abast	141
B.3.- Presa de dades i Anàlisi situació actual	142
B.3.1.- Inventari de la instal·lació i dels seus components	144
B.3.1.1. Quadres elèctrics de comandament i control	144
B.3.1.2. Línies de distribució i escomesa	147
B.3.1.3.- Punts de llum	148
B.3.1.4.- Sistemes de regulació i control	156
B.3.2.- Anàlisi funcional de la instal·lació	157
B.3.2.1.- Classificació de les vies	157
B.3.2.2.- Nivells d'il·luminació	161
B.3.3.- Anàlisi energètic de les instal·lacions	164
B.3.3.1.- Potència instal·lada	164
B.3.3.2.- Potència reduïda	164
B.3.3.3.- Consum elèctric	166
B.3.3.4.- Facturació elèctrica	166
B.3.3.5.- Eficiència energètica	167
B.3.4.- Manteniment i gestió. Horaris de funcionament	170
B.4.- Anàlisi de les alternatives correctores	171
B.4.1.- Alternativa 1	176
B.4.2.- Alternativa 2	179

B.4.3.- Alternativa 3	181
B.4.4.- Comparació alternatives	184
B.5.- Solució adoptada	188
ANNEX C: CÀLCULS	191
C.1.- Objecte	194
C.2.- Abast	194
C.3.- Procediments de càlculs	194
C.3.1.- Càlcul de la il·luminació.....	194
C.3.1.1.- Mètode del coeficient d'utilització	195
C.3.1.2.- Mètode dels nou punts	196
C.3.1.3.- Programes informàtics	197
C.3.2.- Càlcul Eficiència Energètica	197
C.3.3.- Càlcul Qualificació energètica	198
C.4.- Càlcul en l'estat actual	199
C.4.1.- Càlcul de la il·luminació	200
C.4.1.1.- Càlcul teòric	200
C.4.1.2.- Càlcul real segons les mesures realitzades	206
C.4.2.- Càlcul Eficiència Energètica	208
C.4.2.1.- Càlcul segons il·luminació teòrica	208
C.4.2.2.- Càlcul segons il·luminació real	209
C.4.3.- Càlcul Qualificació Energètica	209
C.4.3.1.- Càlcul qualificació energètica segons il·luminació teòrica	209
C.4.3.2.- Càlcul qualificació energètica segons il·luminació real	209
C.5.- Càlcul Alternatives	210
C.5.1.- Càlcul il·luminació	210
C.5.1.1.- Alternativa 1.....	210
C.5.1.2.- Alternativa 2	215
C.5.1.3.- Alternativa 3	220
C.5.2.- Càlcul Eficiència Energètica	223
C.5.2.1.- Alternativa 1	223
C.5.2.2.- Alternativa 2	223
C.5.2.3.- Alternativa 3	223
C.5.3.- Càlcul Qualificació Energètica	223

C.5.3.1.- Alternativa 1	223
C.5.3.2.- Alternativa 2	224
C.5.3.3.- Alternativa 3	224
C.6.- Solució final adoptada. Càlculs detallats	225
ANNEX D: PRESA DE DADES. FITXES DE CAMP	263
D.1.- MESURES ELÈCTRIQUES	265
• Fitxa nº1: Quadre general de comandament i control Q1	266
D.2.- MESURES D'IL·LUMINACIÓ	268
• Fitxa nº1: Carrer del Castell	269
• Fitxa nº2: Carrer del Portal	271
• Fitxa nº3: Carrer Major	273
• Fitxa nº4: Carrer Onze de Setembre	275
ANNEX E: CATÀLEGS	279
E.1.- CARANDINI	281
E.1.1.- STR-154	282
E.1.1.1.- STR-154/CC	286
E.1.1.2.- STR-154/GC	289
E.1.2.- SILVERMON SM-500/RT	292
E.1.3.- CLAMOD CLM	298
E.1.3.1.- CLM-V/CC	304
E.1.3.2.- CLM-S/CC	306
E.1.4.- CLAMOD LED	308
E.1.4.1.- CLM-V/GC – 30LED	310
E.1.4.2.- CLM-S/GC – 30LED	312
E.2.- PHILIPS	314
E.2.1.- CITY SOUL LED	315
E.2.2.- SNF 100 / SNF 300	321
E.2.3. iW Blast Powercore	323
3.- PLÀNOLS	327
3.1.- Emplaçament	329

3.2.- Distribució dels punts de llum de l'estat actual	330
3.3.- Traçat de les línies d'enllumenat de l'estat actual	331
3.4.- Avaluació i zones d'estudi	332
3.5.- Distribució dels punts de llum de la proposta adoptada	333
3.6.- Esquema d'enginyeria de la distribució de línies	334
4.- PLEC DE CONDICIONS	335
4.1.- Condicions facultatives	340
4.1.1.- Tècnic director d'obra	340
4.1.2.- Constructor o instal·lador	341
4.1.3.- Verificació dels documents del projecte	341
4.1.4.- Pla de seguretat i salut en el treball	342
4.1.5.- Presència del constructor o instal·lador en l'obra	342
4.1.6.- Treballs no estipulats expressament	342
4.1.7.- Interpretacions, aclariments i modificacions dels documents del projecte	342
4.1.8.- Reclamacions contra les ordenis de la direcció facultativa	343
4.1.9.- Faltes de personal	343
4.1.10.- Camins i accessos	343
4.1.11.- Replanteig	344
4.1.12.- Començament de l'obra. ritme d'execució dels treballs	344
4.1.13.- Ordre dels treballs	344
4.1.14.- Facilitats per a altres contractistes	344
4.1.15.- Ampliació del projecte per causes imprevistes o de força major..	344
4.1.16.- Prorroga per causa de força major	345
4.1.17.- Responsabilitat de la direcció facultativa en el retard de l'obra ...	345
4.1.18.- Condicions generals d'execució dels treballs	345
4.1.19.- Obres ocultes	345
4.1.20.- Treballs defectuosos	345
4.1.21.- Vicis ocults	346
4.1.22.- Dels materials i els aparells. la seva procedència	346
4.1.23.- Materials no utilitzables	346
4.1.24.- Despeses ocasionades per proves i assajos	347
4.1.25.- Neteja d'obres	347

4.1.26.- Documentació final d'obra	347
4.1.27.- Termini de garantia	347
4.1.28.- Conservació de les obres rebudes provisionalment	347
4.1.29.- De la recepció definitiva	347
4.1.30.- Prorroga del termini de garantia	348
4.1.31.- De les recepcions de treballs la contracta dels quals hagi estat rescindida	348
4.2.- Condicions econòmiques	348
4.2.1.- Composició dels preus unitaris	348
4.2.2.- Preu de contracta. import de contracta	349
4.2.3.- Preus contradictoris	349
4.2.4.- Reclamacions d'augment de preus per causes diverses	350
4.2.5.- De la revisió dels preus contractats	350
4.2.6.- Apilament de materials	350
4.2.7.- Responsabilitat del constructor o instal·lador en el baix rendiment dels treballadors	350
4.2.8.- Relacions valorades i certificacions	351
4.2.9.- Millores d'obres lliurement executades	351
4.2.10.- Abonament de treballs pressupostats amb partida alçada	352
4.2.11.- Pagaments	352
4.2.12.- Import de la indemnització amb retard no justificat en el termini de finalització de les obres	352
4.2.13.- Demora dels pagaments	353
4.2.14.- Millores i augments d'obra. casos contraris	353
4.2.15.- Unitats d'obra defectuoses però acceptables	353
4.2.16.- Assegurança de les obres	353
4.2.17.- Conservació de l'obra	354
4.2.18.- Ús pel contractista de l'edifici o béns del propietari	354
4.3.- Condicions tècniques per a l'execució i muntatge d'instal·lacions elèctriques en baixa tensió	355
4.3.1.- Condicions generals	355
4.3.2.- Canalitzacions elèctriques	355
4.3.2.1.- Conductors aïllats sota tubs protectors	356
4.3.2.2.- Conductors aïllats fixats directament sobre les parets	363
4.3.2.3.- Conductors aïllats enterrats	363

4.3.2.4.- Conductors aïllats directament encastats en estructures	364
4.3.2.5.- Conductors aïllats sota canals protectores	364
4.3.2.6.- Normes d'instal·lació en presència d'altres canalitzacions no elèctriques	365
4.3.2.7.- Accessibilitat a les instal·lacions	365
4.3.3.- Conductors	366
4.3.3.1.- Materials	366
4.3.3.2.- Dimensionament	366
4.3.3.3.- Identificació de les instal·lacions	367
4.3.3.4.- Resistència d'aïllament i rigidesa dielèctrica	368
4.3.4.- Caixes d'entroncament	368
4.3.5.- Mecanismes i preses de corrent	369
4.3.6.- Aparells de comandament i protecció	369
4.3.6.1.- Quadres elèctrics	369
4.3.6.2.- Interruptors automàtics	371
4.3.6.3.- Fusibles	371
4.3.6.4.- Interruptors diferencials	372
4.3.6.5.- Seccionadors	373
4.3.7.- Receptors d'enllumenat	373
4.3.8.- Posades a terra	374
4.3.8.1.- Unions a terra	375
4.3.9.- Control	377
4.3.10.- Seguretat	378
4.3.11.- Neteja	379
4.3.12.- Manteniment	379
4.3.13.- Criteris de medició	379
5.- ESTAT D'AMIDAMENTS	381
6.- PRESSUPOST	385
6.1.- Preus unitari	387
6.2.- Preus descompostos	389
6.3.- Pressupost	392
6.4.- Resum general pressupost	396

ÍNDEX TAULES

TAULES MEMÒRIA

1.1. Grau d'enlluernament	24
1.2. Tipologia i classe d'enllumenat de les vies de Torrebesses	36
1.3. Series ME de classe d'enllumenat per vials tipus A i B (ITC-EA-02)	37
1.4. Series S de classe d'enllumenat per vials tipus D i E (ITC-EA-02)	38
1.5. Requisits mínims d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat vial funcional per vies tipus A i B (ITC-EA-01)	38
1.6. Requisits mínims d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat vial ambiental per vies tipus C, D i E (ITC-EA-01)	38
1.7. Valors límits del flux hemisfèric superior instal·lat	39
1.8. Limitacions de la llum molesta procedent d'instal·lacions d'enllumenat exterior	39
1.9. Comparativa de paràmetres de diferents tipus de làmpades	44
1.10. Resum de la substitució de les lluminàries en l'alternativa 3	46
1.11. Eficàcia lluminosa	47
1.12. Compliment normativa exigida del nivell il·luminació	47
1.13. Eficiència energètica	47
1.14. Comparativa energètica – econòmica de la simulació en l'estat actual i l'alternativa adoptada	48
1.15. Comparació emissions en l'estat actual i l'alternativa adoptada	48

TAULES ANNEX A: FONAMENTS TEÒRICS DE L'ENLLUMENAT EXTERIOR

A.1. Espectre cromàtic de llum visible	28
A.2. Factors de reflexió, absorció i transmissió de diferents materials	33
A.3. Índex de refracció d'alguns materials	34
A.4. Comparatiu del sistema de visió i la càmera fotogràfica	37
A.5. Equivalència entre aparença i temperatura de color	45
A.6. Índex de rendiment de color i temperatura de color de diverses làmpades	46
A.7. Relació entre l'amplada i l'alçada de muntatge	57
A.8. Classificació EN-60598 grau de protecció pols i aigua	64
A.9. Classificació EN-60598 contra impactes mecànics	64

A.10. Característiques làmpades fluorescents	82
A.11. Característiques làmpades fluorescents compactes	83
A.12. Característiques làmpades de vapor de mercuri a alta pressió	85
A.13. Característiques làmpades de vapor de mercuri amb halogenurs metàl·lics	87
A.14. Característiques làmpades de vapor de sodi a baixa pressió	89
A.15. Característiques làmpades de vapor de sodi a alta pressió	90
A.16. Característiques làmpades d'inducció	91
A.17. Comparativa làmpades. Característiques del color	95
A.18. Comparativa làmpades. Característiques de funcionament	96
A.19. Recomanacions sobre % del FHS	100
A.20. Classificació de lluminàries segons el seu FHS	100

TAULES ANNEX B: AUDITORIA ENERGÈTICA

B.1. Descripció dels punts de llum del municipi carrer per carrer	150
B.2. Descripció més detallada dels carrers més significatius	151
B.3. Classificació de les vies (ITC-EA-02)	158
B.4. Classes d'enllumenat per a vies tipus B (ITC-EA-02)	158
B.5. Classes d'enllumenat per a vies tipus C i D (ITC-EA-02)	159
B.6. Classes d'enllumenat per a vies tipus E (ITC-EA-02)	159
B.7. Tipologia i classe d'enllumenat de les vies de Torrebesses	160
B.8. Series ME de classe d'enllumenat per vials secs tipus A i B (ITC-EA-02)	161
B.9. Series S de classe d'enllumenat per vials tipus D i E (ITC-EA-02)	162
B.10. Resultats teòrics d'il·luminació en l'estat actual	162
B.11. Resultats d'il·luminació reals segons mesures realitzades	163
B.12. Comparativa resultats d'il·luminació en l'estat actual	164
B.13. Potència instal·lada actualment	164
B.14. Potència real de consum estat actual	165
B.15. Consums elèctrics 2007, 2008 i 2009	166
B.16. Facturació detallada del 2007, 2008 i 2009	167
B.17. Requisits mínims d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat vial funcional per vies tipus A i B (ITC-EA-01)	168
B.18. Requisits mínims d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat vial ambiental per vies tipus C, D i E (ITC-EA-01)	168

B.19. Comparativa resultats d'eficiència energètica estat actual	168
B.20. Qualificació Energètica en l'estat actual segons il·luminació teòrica i real	170
B.21. Eficàcia lluminosa estat actual i alternatives. Compliment dels requisits exigits	174
B.22. Compliment normativa exigida del nivell il·luminació de les alternatives	175
B.23. Compliment de l'eficiència energètica en les alternatives	176
B.24. Resum de la substitució de les lluminàries en l'alternativa 1	177
B.25. Potència instal·lada alternativa 1	178
B.26. Preu de les lluminàries de l'alternativa 1	178
B.27. Inversió total de l'alternativa 1	178
B.28. Resum de la substitució de les lluminàries en l'alternativa 2	179
B.29. Potència instal·lada alternativa 2	180
B.30. Preu de les lluminàries de l'alternativa 2	180
B.31. Inversió total de l'alternativa 2	181
B.32. Resum de la substitució de les lluminàries en l'alternativa 3	181
B.33. Potència instal·lada alternativa 3	182
B.34. Preu de les lluminàries de l'alternativa 3	183
B.35. Inversió total de l'alternativa 3	183
B.36. Resum hores funcionament anual	185
B.37. Comparativa energètica – econòmica de la simulació en l'estat actual i les alternatives	187
B.38. Comparació emissions en l'estat actual i les alternatives	187

TAULES ANNEX C: CÀLCULS

C.1. Valors d'eficiència energètica de referència (ITC-EA-01)	198
C.2. Qualificació energètica d'una instal·lació d'enllumenat (ITC-EA-01)	199
C.3. Càlcul del coeficient d'utilització (K_t)	206
C.4. Càlculs il·luminació mitja amb el mètode del coeficient d'utilització	207
C.5. Càlculs il·luminació mitja sense reducció amb el mètode dels 9 punts ..	207
C.6. Càlculs il·luminació mitja amb reducció amb el mètode dels 9 punts	208
C.7. Càlculs d'uniformitat estat actual	208
C.8. Càlcul de l'eficiència energètica segons il·luminació teòrica en l'estat actual	208

C.9. Càlcul de l'eficiència energètica segons il·luminació real en l'estat actual	209
C.10. Qualificació Energètica en l'estat actual segons il·luminació teòrica ...	209
C.11. Qualificació Energètica en l'estat actual segons il·luminació real	209
C.12. Eficiència energètica en l'alternativa 1	223
C.13. Eficiència energètica en l'alternativa 2	223
C.14. Eficiència energètica en l'alternativa 3	223
C.15. Qualificació Energètica en l'alternativa 1	223
C.16. Qualificació Energètica en l'alternativa 2	224
C.17. Qualificació Energètica en l'alternativa 3	224

TAULES ANNEX D: PRESA DE DADES. FITXES DE CAMP

D.1. Dades quadre general Q1	266
D.2. Mesures d'intensitat sense reducció de flux	266
D.3. Mesures d'intensitat amb reducció de flux	266
D.4. Mesures de voltatge sense reducció de flux	267
D.5. Mesures de voltatge amb reducció de flux	267
D.6. Informació general del c/ del Castell	269
D.7. Dades generals d'il·luminació del c/ del Castell	269
D.8. Mesures d'il·luminació del c/ del Castell	270
D.9. Informació general del c/ del Portal	271
D.10. Dades generals d'il·luminació del c/ del Portal	271
D.11. Mesures d'il·luminació del c/ del Portal	272
D.12. Informació general del c/ Major	273
D.13. Dades generals d'il·luminació del c/ Major	273
D.14. Mesures d'il·luminació del c/ Major	274
D.15. Informació general del c/ Onze de Setembre	275
D.16. Dades generals d'il·luminació del c/ Onze de Setembre	275
D.17. Mesures d'il·luminació 1 del c/ Onze de Setembre	276
D.18. Mesures d'il·luminació 2 del c/ Onze de Setembre	277

ÍNDEX FIGURES

FIGURES MEMÒRIA

1.1. Gràfic despeses energètiques Ajuntament de Torrebesses de l'any 2009	24
---	----

FIGURES ANNEX A: FONAMENTS TEÒRICS DE L'ENLLUMENAT EXTERIOR

A.1. Longitud d'ona	26
A.2. Espectre electromagnètic i espectre de llum visible	27
A.3. Reflexió especular de la llum	30
A.4. Reflexió difusa de la llum	30
A.5. Reflexió mixta de la llum	31
A.6. Transmissió de la llum (1-regular, 2-difusa, 3-mixta)	32
A.7. Refracció de la llum	34
A.8. Constitució anatòmica de l'ull humà	35
A.9. Esquema del recorregut dels impulsos visuals	36
A.10. Formació de la imatge i la seva rectificació en el cervell	36
A.11. Corba de sensibilitat de l'ull humà	37
A.12. Efecte Purkinje	38
A.13. Corba de fotosensibilitat relativa de l'ull respecte al temps d'adaptació	39
A.14. Corbes d'adaptació de l'ull a diferents nivells d'iluminació	39
A.15. Exemple de contrast	40
A.16. Enlluernament en funció de l'angle θ	41
A.17. Descomposició de la llum blanca en l'espectre de l'arc de Sant Martí....	42
A.18. Diagrama cromàtic CIE	43
A.19. Regions de color en el Diagrama cromàtic CIE	44
A.20. Flux lluminós	46
A.21. Esfera d'Ulbricht	47
A.22. Angle sòlid	48
A.23. Luminància d'una superfície	48
A.24. Distribució del flux lluminós sobre diferents superfícies	51
A.25. Il·luminació en un punt des de dues fonts de llum amb diferent angle d'incidència	52

A.26. Invariabilitat de la luminància amb l'angle d'incidència	52
A.27. Distribució lumínica	54
A.28. Corba de depreciació de la lluminària al llarg del temps	55
A.29. Disposició lluminàries en trams rectes	56
A.30. Disposició lluminàries en trams rectes de vies amb dues calçades	57
A.31. Disposició lluminàries en trams corbs	58
A.32. Disposició lluminàries en creuaments	58
A.33. Disposició lluminàries en places i gloriets	59
A.34. Luminària de jardí	59
A.35. Luminàries clàssiques	60
A.36. Luminàries viaries	60
A.37. Distribució fotomètrica simètrica	62
A.38. Distribució fotomètrica asimètrica	62
A.39. Efectes de les variacions de les tensions de xarxa	68
A.40. Tensió rebuda per les làmpades a les diferents hores del dia	69
A.41. Supervivència de la làmpada	74
A.42. Manteniment de la làmpada	74
A.43. Espectre electromagnètic	76
A.44. Balanç energètic d'una làmpada incandescent	77
A.45. Parts d'una làmpada incandescent	78
A.46. Exemples làmpades d'incandescència	78
A.47. Cicle del halogen	79
A.48. Formats de les làmpades halògenes	80
A.49. Balanç energètic d'una làmpada de descàrrega	80
A.50. Parts principals d'una làmpada de descàrrega	81
A.51. Balanç energètic d'una làmpada fluorescent	81
A.52. Parts d'una làmpada fluorescent	82
A.53. Exemples làmpades fluorescents	82
A.54. Exemple làmpada fluorescent compacta	83
A.55. Balanç energètic d'una làmpada de vapor de mercuri	84
A.56. Parts d'una làmpada de mercuri a alta pressió	84
A.57. Exemple làmpada de vapor de mercuri	85
A.58. Parts d'una làmpada de llum de mescla	86

A.59. Exemple làmpada de llum de mescla	86
A.60. Parts d'una làmpada amb halogenurs metàl·lics	87
A.61. Exemples làmpades amb halogenurs metàl·lics	88
A.62. Balanç energètic làmpada VSBP	88
A.63. Parts d'una làmpada de VSBP	88
A.64. Exemples làmpades VSBP	89
A.65. Balanç energètic d'una làmpada VSAP	89
A.66. Parts d'una làmpada de VSAP	90
A.67. Exemples làmpades VSAP	90
A.68. Exemple làmpada d'inducció	91
A.69. Parts que componen un LED	92
A.70. Parts d'un LED	92
A.71. Obtenció llum blanca amb tecnologia LED	93
A.72. Obtenció llum blanca amb la combinació de xips amb fòsfor	93
A.73. Envelliment del fòsfor	94
A.74. Variació del color	94
A.75. Exemple de llum intrusa	97
A.76. Exemple de contaminació lumínica	97
A.77. Control del flux en els projectors	102
A.78. Espectre d'emissió segons diferents tipus de làmpada	102
A.79. Espectre d'un LED "blanc"	103

FIGURES ANNEX B: AUDITORIA ENERGÈTICA

B.1. Plantejament general	142
B.2. Pinça amperimètrica i voltimètrica TES 3012	143
B.3. Luxímetre HT307	144
B.4. Quadre enllumenat públic (Q1)	145
B.5. Quadre proteccions línies enllumenat públic	146
B.6. Quadre proteccions RM línies enllumenat públic	147
B.7. Quadre, regulació i control, interruptor horari astronòmic	147
B.8. Lluminaària de bàcul sobre columna Carandini STR-154/CC	152
B.9. Lluminaària de bàcul sobre façana	153
B.10. Farola Carandini SM-SILVERMON	154
B.11. Farola Carandini CLM / CLAMOT	155

B.12. Focus Philips SNF300 SON-T250W 230V K	156
B.13. Gràfic dels consums elèctrics en l'estat actual	166
B.14. Gràfica de la facturació dels anys 2007, 2008, 2009	167
B.15.- Etiqueta d'eficiència energètica	169
B.16.- Gràfic comparatiu dels consums energètics	189
B.17.- Gràfic comparatiu del Cost Total	189
B.18.- Gràfic comparatiu de les Emissions de CO2	189

FIGURES ANNEX C: CÀLCULS

C.1. Corbes pel càlcul del coeficient d'utilització	195
C.2. Distribució dels 9 punts	196
C.3. Imatge Dialux. Introducció dades del carrer del Castell	225
C.4. Imatge Dialux. Introducció dades de muntatge de les lluminàries	226
C.5. Imatge Dialux. Resultats luminotècnics 1	226
C.6. Imatge Dialux. Resultats luminotècnics 2	227

1.- MEMORIA

0.- FULL D'IDENTIFICACIÓ

TÍTOL DEL PROJECTE

AUDITORIA ENERGÈTICA DE L'ENLLUMENAT PÚBLIC DEL MUNICIPI DE TORREBESSES – LES GARRIGUES-

EMPLAÇAMENT GEOGRÀFIC

Població: Torrebesses

Comarca : Les Garrigues.

Província: Lleida

PERSONA FÍSICA O JURÍDICA QUE HA ENCARREGAT EL PROJECTE

Nom: Universitat de Lleida (UdL), Escola Politècnica Superior (EPS).

Adreça: Carrer Jaume II, nº 69, Campus Capponet.

C.P.: 25001

Telèfon: 973702700

DADES DE L'AUTOR DEL PROJECTE

Nom: Daniel Grau Freixinet

NIF.: 47696246 L

Estudis: Enginyeria Tècnica Industrial especialitat Mecànica.

Adreça: Carrer Vall Fosca, 13.

C.P.: 25199.

Telèfon: 609553807

Correu electrònic: dani_grau@hotmail.com

RESPONSABLE DE LA TUTORIA DEL PROJECTE

Nom: Alba Cabiscol Teixidó

Adreça: Carrer Jaume II, nº 69, Campus Capponet

Telèfon de contacte: 973703723

Correu electrònic: alba@diei.udl.cat

ÍNDEX DE LA MEMÒRIA

1.- MEMÒRIA

1.1.- Objecte del projecte	22
1.2.- Abast del projecte	22
1.3.- Antecedents	23
1.4.- Normes i referències	24
1.4.1.- Disposicions legals i normes aplicades	24
1.4.2.- Bibliografia	26
1.4.3.- Programes de càlcul	27
1.4.4.- Altres referències	27
1.5.- Definicions i abreviatures	28
1.5.1.- Definicions	28
1.5.2.- Abreviatures	33
1.6.- Requisits de disseny	35
1.6.1.- Requisits de disseny de la propietat	35
1.6.2.- Requisits de disseny legislatius	35
1.7.- Anàlisi de solucions	41
1.8.- Resultats finals	45
1.9.- Pressupost	49

1.- MEMÒRIA

1.1.- OBJECTE DEL PROJECTE

L'objecte del present projecte és realitzar l'auditoria energètica del sistema d'enllumenat públic del municipi de Torrebesses - Les Garrigues -.

Es redacta tenint en compte les prescripcions generals i les instruccions tècniques complementàries (ITC-EA) del Reglament d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat exterior actualment vigent, relatives als aspectes tècnics i de desenvolupament de les condicions establertes en la legislació que l'afecte.

S'establiran les condicions tècniques de disseny, execució i manteniment que tenen que reunir les instal·lacions d'enllumenat exterior amb la finalitat de millorar l'eficiència i l'estalvi energètic, així com les emissions de gasos efecte hivernacle i limitar el resplendor lluminós nocturn o contaminació lluminosa i reduir la llum intrusa o molesta.

Aquesta auditoria energètica preveu proporcionar les dades suficients per substituir amb garanties les lluminàries, faroles, fanals i focus actuals amb potències de 100W, 150W i 250W de Vapors de Sodi Alta Pressió i Halogenurs Metàl·lics per altres equips amb tecnologia LED per tal d'aconseguir una major eficiència energètica i estalvi d'energia.

Per tot això es justificarà el compliment de cadascun dels apartats normatius que l'afecten.

1.2.- ABAST DEL PROJECTE

Aquest projecte realitzarà un estudi del consum d'energia elèctrica de les instal·lacions d'enllumenat públic exterior de les vies públiques de Torrebesses, així com els diferents nivells d'il·luminació existents tant amb flux lluminós al 100% com amb flux reduït. Es realitzarà l'estudi de diferents alternatives per la substitució de les lluminàries, fanals i faroles actuals i s'estudiarà la solució adoptada .

L'abast d'actuació és sobre l'enllumenat de tot el municipi. Es pot considerar dues zones, una correspon al carrer Onze de Setembre carrer exterior i d'accés a la població i l'altra és a la que correspon als carrers interiors de la població i zona esportiva.

Es realitzarà un estudi luminotècnic teòric i real de les instal·lacions existents, així com l'anàlisi de les possibles solucions, desenvolupant àmpliament la solució adoptada.

L'anàlisi i estudi es realitza sobre el carrer del Castell, carrer del Portal, carrer Major i carrer Onze de Setembre, essent aquets quatre carrers àmpliament representatius de l'enllumenat del municipi, les dades dels quals poden ser extrapolades a la resta d'instal·lació.

Per a realitzar aquestes tasques s'analitzaran tots els elements de les instal·lacions: quadres de distribució, protecció i comandament, lluminàries i làmpades. També s'analitzarà el consum enregistrat en les factures de la Companyia Subministradora durant els tres darrers anys i es compararà amb les dades obtingudes del treball de camp.

Es proposaran mesures correctores per tal de millorar l'eficiència energètica i assegurar un nivell correcte d'il·luminació a totes les zones dels carrers i vials.

Queda fora de l'abast d'aquest estudi la il·luminació exterior instal·lada amb motius decoratius, arquitectònics, zones enjardinades i zona esportiva. L'exclusió de la zona de la pista esportiva és a causa del poc ús que es fa d'aquest enllumenat. Consultats personal tècnic de l'Ajuntament han manifestat que el funcionament de la instal·lació d'enllumenat de la pista és aproximadament de 50 hores a l'any, valor poc significatiu i de poca incidència en tots els paràmetres que es preveu analitzar, una actuació tècnica sobre aquesta instal·lació no seria amortitzable.

1.3.- ANTECEDENTS

L'equip de govern de l'Ajuntament de Torrebesses ha detectat el cost elevat en la facturació del rebut del consum elèctric de l'enllumenat públic exterior del municipi, a més a més, de l'excés d'il·luminació dels carrers i vials durant tot el període de funcionament de l'enllumenat. És per això que ha decidit encarregar realitzar l'estudi d'una auditoria energètica de l'enllumenat públic exterior de Torrebesses.

L'Ajuntament ha posat a disposició de l'autor tota la informació, escrita, oral i informàtica que s'ha sol·licitat per dur a terme la seva tasca, fet que agraeixo a la corporació Municipal i en especial a l'Alcalde Sr. Mario Urrea.

La població de Torrebesses està situada en la comarca de les Garrigues, en un entorn agrícola i rural.

El cens de la població és de 300 habitants durant totes les èpoques de l'any, a l'estiu té un petit increment però no és representatiu.

L'enllumenat públic és una font de consum energètic elevat ja que és una instal·lació amb llargs períodes en funcionament.

Aquest consum energètic elevat i els elevats nivells d'il·luminació en els diferents carrers fa necessari un estudi per tal d'adequar-los als criteris

econòmics raonables a les hores que s'ajustin a la normativa legal referent als enllumenats públics.

Segons el Institut Català d'Energia (ICAEN), i l'estudi realitzat a 25 municipis de Catalunya sobre la despesa energètica als mateixos, l'enllumenat públic suposa el 53,7 % del total, percentatge molt important.

S'ha realitzat les gràfiques dels mateixos conceptes en despesa energètica de l'Ajuntament de Torrebesses durant els tres darrers anys i el resultat en despesa energètica per enllumenat públic respecte al total de l'Ajuntament ha superat tots els anys el 50%, com es pot veure en la figura 1.1 de l'any 2009.

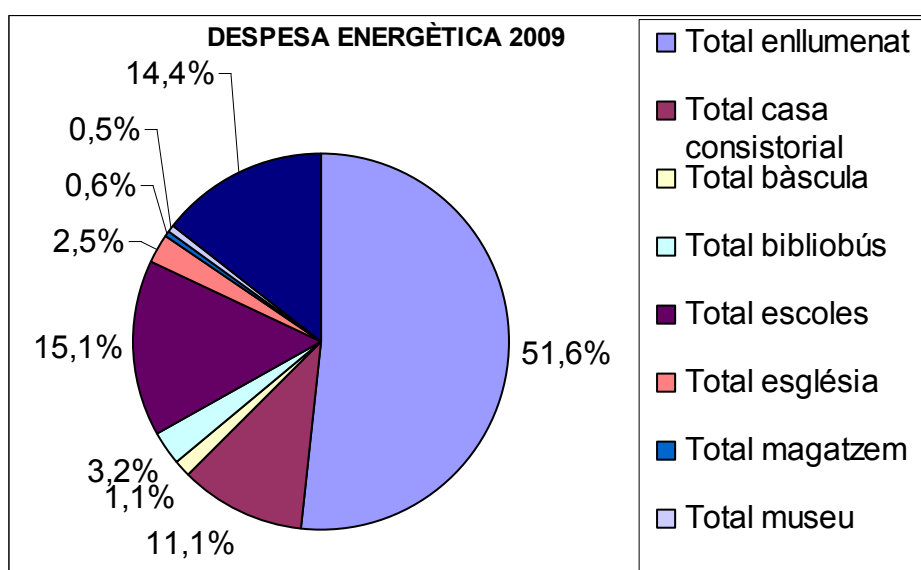


Fig. 1.1. Gràfic despeses energètiques Ajuntament de Torrebesses de l'any 2009

És per les dades anteriorment exposades que la corporació municipal ha decidit realitzar aquesta auditoria energètica per a proposar mesures de millora a la instal·lació de l'enllumenat públic exterior del municipi per tal de reduir el consum d'energia i adequar aquesta instal·lació als nivells d'eficiència normatius.

1.4.- NORMES I REFERÈNCIES

1.4.1.- Disposicions legals i normes aplicades.

En la redacció del present projecte s'han tingut en compte les següents normes d'aplicació:

Disposicions legals:

- **R.D. 1890/2008**, de 14 de novembre per el que s'aprova el Reglament d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat exterior i les seves Instruccions tècniques complementàries EA-01 a EA-07.
- **R.D. 842/2002**, de 2 d'agost per el que s'aprova el Reglament electrotècnic de baixa tensió i les Instruccions tècniques complementàries.
- **R.D. 314/2006**, de 17 de març, per el que s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació, (Document bàsic DB-HE Estalvi d'energia, HE3- Eficiència energètica de les instal·lacions d'il·luminació).
- **Correcció d'errors i errates del R.D. 314/2006**, de 17 de març, per el que s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (Boe 25 – gener – 2008).
- **Ordre VIV/984/2009**, de 15 d'abril, per la que es modifiquen determinats documents bàsics del CTE, aprovats per R.D. 314/2006, de 17 de març, per el que s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació.
- **Llei 6/2001**, de 31 de maig, d'ordenació ambiental de l'enllumenament per a la protecció del medi nocturn.
- **Decret 82/2005**, de 3 de maig, pel qual s'aprova el Reglament de desenvolupament de la Llei 6/2001, de 31 de maig, d'ordenació ambiental de l'enllumenament per a la protecció del medi nocturn.

Normes:

- Normes UNE de dibujo técnico.
- Norma UNE-EN 60927 (1990).Aparatos arrancadores y cebadores (excepto los de efluvios).
- Norma UNE-EN 72150 (1984).Niveles de iluminación / definiciones.
- Norma UNE-EN 72151 (1985).Niveles de iluminación / especificación.
- Norma UNE-EN 72152 (1985).Niveles de iluminación / clasificación y designación.
- Norma UNE-EN 60598-1 (1996): Luminarias. Parte 1.- Requisitos generales y ensayos.
- Norma UNE-EN 60598-2-01 (1993): Luminarias. Parte 2.- Requisitos particulares. Sección 3: Luminarias fijas de uso general.
- Norma UNE-EN 60598-2-03 (1993): Luminarias. Parte 2.- Reglas particulares y ensayos. Sección 1: Luminarias para alumbrado público.

- UNE-EN 13032 “Luz y alumbrado. Medición i presentación de datos fotométricos de lámparas y luminarias.
- UNE-EN 60921- Balastos para lámparas fluorescentes.
- UNE-EN 60923- Balastos para lámparas de descarga, excluidas las fluorescentes.
- UNE-EN 60929- Balastos electrónicos en c.a. para lámparas fluorescentes.

1.4.2.- Bibliografia

En aquest apartat es relacionen tots els texts que s’han utilitzat per cercar informació sobre el tema del projecte, inclou llibres, revistes especialitzades en el tema, publicacions i recomanacions oficials, articles i catàlegs de diferents empreses fabricants.

- Teoria y uso del color. Luigina de Grandis. Ediciones Càtedra.
- Manual para la auditoria energética y medioambiental del ecoalumbrado público del municipio. Javier Calonge y otros. Ed. Consultoria Lumínica.
- Manual práctico de iluminación. Franco Martin. Ed. A Madrid Vicente, Ediciones. ISBN:84-87440-10-X-2005
- Guía técnica de iluminación eficiente. Sector Residencial y terciario. Edita Comunidad de Madrid. Depósito legal : M-39822-2006
- Guía técnica de eficiencia energética en iluminación. –alumbrado público. Autor i editor: Comité español de iluminación. Dep. Legal :M-14199-2001.
- Alimentación de circuitos de alumbrado. Cuaderno técnico nº 205. J. Schonek i M.Vernay. Schneider Electric.
- Control y ahorro de energía en alumbrado público. Serie “Cuadernos de gestión energética municipal”. Edita IDAE, Instituto para la diversificación y ahorro de energía.
- Publicación CIE: 115:1995. Recomendaciones para el alumbrado de carreteras con tráfico motorizado y peatonal.
- Publicación CIE: 1265:1997. Guía para minimizar la luminosidad en el cielo.
- Publicación CIE: 140:2000. Métodos de cálculo para la iluminación de carreteras: 1997. Guía para minimizar la luminosidad en el cielo.

- Artículo: La nueva era de la iluminación. Patricia Luna. Revista Técnica Industrial- Núm. 285- febrero del 2010.
- Manual de iluminación. Philips iluminación.
- Catalogo general de lámparas i equipos Philips.
- Catalogo General de luz. Osram.
- Catalogo General de Indalux iluminación Técnica.
- Catalogo general de iluminación de infraestructuras y equipamientos.

1.4.3.- Programes de càlcul.

- Word.
- Excel.
- Autocad.
- Power point.
- Premeti. Amidaments i pressupost.
- Dialux. (Càlcul il·luminació)
- Carandini. LUMCAL-WIN V.2. (Càlcul il·luminació)

1.4.4.- Altres referències.

- www.gencat.cat
- www.idae.es
- www.udl.es
- www.endesaonline.com
- www.philips.com
- www.indal.com
- www.carandini.com
- www.osram.com
- www.indal.es
- www.schneiderelectric.es

- www20.gencat.cat

1.5.- DEFINICIONS I ABREVIATURES

1.5.1.- Definicions

- **Emissió de flux superior:**

Quantitat de flux lumínic que escapa d'una ciutat cap a la cúpula celest, és a dir, la quantitat de llum que contamina el cel. Es comptabilitza en lúmens i representa el nivell de contaminació d'un cas estudiat.

- **Enlluernament:**

L'enlluernament produït pels fanals o els reflexos en la calçada, és un problema considerable per les seves possibles repercussions. En si mateix, no és més que una sensació molesta que dificulta la visió, que en casos extrems, pot arribar a provocar ceguesa transitòria. Es fa necessari, per tant, quantificar aquest fenomen i establir uns criteris de qualitat que evitin aquestes situacions perilloses per als usuaris. En el camp de l'enllumenat públic es consideren dos tipus d'enlluernament: el molest i el pertorbador.

- **Enlluernament molest:**

L'enlluernament molest es relaciona amb les condicions dinàmiques de conducció i indica la sensació de molèstia que pot produir una instal·lació d'enllumenat públic sense causar, necessàriament, una disminució de la capacitat visual. Aquest fenomen s'avalua d'acord a una escala numèrica, obtinguda d'estudis estadístics, que va des de l'enlluernament insuportable al inapreciable.

G	Enlluernament	Avaluació de l'enllumenat
1	Insuportable	Dolent
3	Molest	Inadequat
5	Admissible	Regular
7	Satisfactori	Bo
9	Inapreciable	Excel·lent

Taula 1.1. Grau d'enlluernament

On la fórmula de G es calcula a partir de les característiques de la lluminària i la instal·lació.

$$G = 13'84 - 3'31 \log I_{80} + 1'3(\log I_{80}/I_{88})^{0'5} - 0'08(\log I_{80}/I_{88}) + 1'29 \log F + 0'97 \log L + 4'41 \log h' - 1'46 \log P$$

on:

$I_{80} \text{ i } I_{88}$ = Intensitats lluminoses emeses en els angles 80 i 88 graus en relació a la vertical.

F = Superfície lluminosa aparent en m² de la llumenera en la direcció que forma un angle de 76 graus amb la vertical.

L = Luminància mitja de la via en cd/m².

h' = Alçada reduïda del punt de llum en relació a l'ull de l'observador.

P = Número de llumeneres per Km de via.

- **Enlluernament pertorbador:**

Enlluernament que pertorba la visió dels objectes sense causar necessàriament una sensació desagradable. El mesurament de la pèrdua de visibilitat produïda per l'enlluernament pertorbador, ocasionat per les lluminàries de la instal·lació d'enllumenat públic, s'efectua mitjançant el increment de llindar de contrast. El seu símbol TI, manca d'unitats i la seva expressió és en funció de la luminància de vel (L_v) i la luminància mitja de la calçada (L_m).

- **Eficiència lluminosa d'una làmpada (η):**

És la relació entre el flux lluminós (Φ) emès per la làmpada i la potència (P) consumida per aquesta. La unitat en que s'expressa és en lúmens / watt (lm/W).

- **Equips de connexió convencional (ECC):**

Són equips auxiliars per al funcionament de les fonts de llum. Basats en aparells electromagnètics.

- **Equips de connexió electrònics (ECE):**

Són equips auxiliars per al funcionament de les fonts de llum. Basats en aparells electrònics. Aquests equips presenten grans avantatges energètiques front als equips convencionals.

- **Factor d'utilització (FU):**

Relació entre el flux lumínic que arriba al pla de treball i el flux total que emeten les làmpades instal·lades. Ens indica els lúmens útils vers als emesos per la làmpada. Quant més alt és aquest factor més eficient és la lluminària, i això té una relació directa amb la forma d'aquesta i amb la distribució fotomètrica.

- **Factor de conservació (FC):**

Aquest factor s'obté per multiplicació de tres factors: la depreciació del flux de la làmpada, la depreciació de la lluminària i la depreciació de la superfície de la zona a il·luminar. Per tal que la lluminària conservi les seves característiques al llarg del temps, és essencial que el seu factor de conservació sigui el més alt possible. Perquè tingui un bon factor de conservació, la lluminària ha d'estar dissenyada i construïda amb les característiques següents: materials de qualitat, solidesa mecànica, facilitat de manteniment i estanquitat o grau de protecció IP.

- **Flux lluminós (Φ):**

Es pot definir el flux lluminós com l'energia lluminosa (Q) emesa per una font lluminosa (làmpada) en totes les direccions en un determinat interval de temps (t). És a dir, quantitat de llum que pot percebre l'ésser humà per unitat de temps. El seu símbol ho és Φ i es mesura en lúmens (lm).

- **Flux hemisfèric superior instal·lat de la lluminària (FHSinst):**

Percentatge de la llum emesa per una font de llum que s'envia per sobre del pla horitzontal. FHS majors que zero poden implicar malbaratament energètic i són fonts de contaminació lumínica.

- **Flux hemisfèric inferior:**

Percentatge de la llum emesa per una font de llum que s'envia per sota del pla horitzontal, és a dir, aquella útil per la il·luminació vial.

- **Flux total instal·lat:**

Flux lumínic mesurat en lúmens, de tot l'enllumenat instal·lat considerat. Per exemple si considerem una habitació amb una bombeta d'incandescència de 100W, podríem parlar de Flux Total Instal·lat de 1000 lm.

- **Fotocèl·lula:**

Dispositiu fotovoltaic que genera una sortida en funció de la quantitat de llum que rep.

- **Grau relatiu d'emissió:**

Magnitud basada en l'EFS, que corregeix aquest valor considerant l'espectre lumínic de les làmpades, ja que influeix en la dispersió de la llum a l'atmosfera.

- ***Il·luminació (E):***

Habitualment també és denominada nivell d'il·luminació. És la quantitat de llum que arriba a la superfície procedent de les fonts de llum i es defineix com el flux lluminós rebut per unitat de superfície. La unitat de mesura és el lux ($lx = lm/m^2$).

La il·luminació és la principal magnitud a tenir en compte en un projecte d'enllumenat i es mesura a través d'un dispositiu denominat luxímetre.

- ***Il·luminació horitzontal en un punt d'una superfície:***

Quocient entre el flux lluminós incident sobre un element de la superfície que conté el punt i l'àrea d'aquest element. El seu símbol és E i la unitat el lux (lm/m^2).

- ***Il·luminació mitja horitzontal:***

Valor mig de la il·luminació horitzontal en la superfície considerada. El seu símbol és E_m i s'expressa en lux

- ***Il·luminació mitja (E_m):***

La il·luminació mitja és el quocient entre el sumatori de il·luminacions mesurades i el sumatori de punts de mesura. Es mesura en lux.

- ***Il·luminació mínima horitzontal:***

Valor mínim de la il·luminació horitzontal en la superfície considerada. El seu símbol és E_{min} i s'expressa en lux.

- ***Il·luminació vertical en un punt d'una superfície:***

La il·luminació vertical en un punt P en funció de la intensitat lluminosa que incideix en aquest punt i l'altura h de muntatge de la lluminària.

- ***Índex d'enlluernament GR:***

És l'índex que caracteritza el nivell d'enlluernament (Glare Rating), mitjançant la formulació empírica reflectida en la norma CIE 112:94.

- ***Intensitat lluminosa (I):***

És el flux lluminós (Φ) emès per una font en una determinada direcció i dins d'un determinat angle sòlid (Ω) mesurat en estereoradiants (sr) que conté el flux lluminós. La unitat d'intensitat lluminosa és la candela ($1cd = 1lm / 1sr$).

- **Índex de reproducció cromàtica (Ra, ICR):**

És la capacitat d'una font de llum per reproduir el color dels objectes que il·lumina. Agafa valors de 0 a 100, els valors més alts corresponen a major qualitat de reproducció cromàtica.

- **Lux (lx):**

Unitat de mesura d'il·luminació o nivell d'il·luminació. Es defineix com el flux lluminós d'un lumen que incideix sobre una superfície d'un metre quadrat.

- **Lumen (lm):**

Unitat de mesura del flux lumínic. Es defineix com 1/680 W emesos en la longitud d'ona de 555 nm, la qual correspon a la màxima sensibilitat de l'ull humà.

- **Luminància (L):**

És la intensitat lluminosa (I) emesa en una determinada direcció per una superfície lluminosa o il·luminada (font de llum secundària), com pot ser el paviment d'una via.

És una mesura de la llum que arriba als ulls procedent dels objectes i és la responsable d'excitar la retina provocant la visió. Aquesta llum provinent de la reflexió que pateix la il·luminació quan incideix sobre els cossos. Es pot definir, com la porció d'intensitat lluminosa per unitat de superfície que es reflectida per la calçada en direcció a l'ull. Es mesura en candeles/m² (cd/m²).

- **Luminància de vel:**

És la luminància uniforme equivalent resultant de la llum que incideix sobre l'ull d'un observador i que produeix el velat de la imatge en la retina, disminuint d'aquesta manera la facultat que posseeix l'ull per a apreciar els contrastos. El seu símbol és (L_v) i s'expressa en cd/m².

La luminància de vel es deu a la incidència de la llum emesa per una lluminària sobre l'ull d'un observador en el pla perpendicular a la línia de visió, depenent així mateix de l'angle comprès entre el centre de la font enlluernadora i la línia de visió, així com de l'estat fisiològic de l'ull de l'observador.

Per al conjunt total d'una instal·lació d'enllumenat públic caldrà tenir en compte totes les luminàncies de vel per a cada lluminària, considerant a més que la primera lluminària a tenir en compte és la que forma 20° en angle d'alçada amb l'horitzontal.

- ***Luminància de vel equivalent L_{ve} produïda per l'entorn:***

Es defineix considerant que la reflexió de l'entorn és totalment difusa, s'expressa en cd/m^2 .

- ***Reflector:***

Part d'una llumenera que modifica la distribució de llum d'una làmpada sense altera la longitud d'ona dels seus components monocromàtics.

- ***Regulador de llum:***

Dispositiu que permet variar el flux lluminós de les fonts de llum en una instal·lació d'enllumenat.

- ***Temperatura de color:***

És l'aparença objectiva del color d'una font de llum, és a dir, és el color que percep l'observador de la llum.

1.5.2.- Abreviatures

A: Amper.

cd: Candela.

CIE: Comissió Internacional d'Il·luminació.

e: Eficàcia lluminosa (lm/W).

E: Il·luminació (lux).

f_m : Factor de manteniment de la instal·lació (%).

f: Freqüència

FHS: Flux Hemisferi Superior instal·lat.

Hz: Hertz.

I: Intensitat lluminosa (cd).

ICAEN: Institut Català d'Energia

ICE: Índex d'Eficiència Energètica.

IDAE: "Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía"

IRC, R_a : Índex del Rendiment del Color.

J: Joules.

K: Kelvin.

K_t: Coeficient d'utilització total calculat (%).

LED: Lighting Emitting Diode (Díodes Emissors de Llum).

L: Luminància.

lm: Lúmens.

m: Metres.

P_{inst}: Potència instal·lada.

Q: Quantitat de llum (lm·h).

Q1: Quadre de comandament i control.

s: Segons.

sr: *Estereoradiant*.

T: Període.

U_e: Factor uniformitat extrema.

U_m: Factor uniformitat mitja.

U_L: Factor uniformitat longitudinal.

U_o: Factor uniformitat general.

VM: Vapor de mercuri.

VMH: Vapor de mercuri amb halogenurs.

VSAP: Vapor de Sodi Alta Pressió.

VSBP: Vapor de Sodi Baixa Pressió.

W: Watt.

2N: Sistema de doble nivell de flux.

η: Rendiment lluminós.

I_ε: Índex d'Eficiència Energètica.

ε : Eficiència Energètica de la instal·lació (m²·lux / W).

ϵ_R : Eficiència Energètica de Referència ($\text{m}^2 \cdot \text{lux} / \text{W}$).

α : Factor d'absorció.

ρ : Factor de reflexió.

Φ : Flux lluminós (lúmens).

λ : Longitud d'ona.

1.6.- REQUISITS DE DISSENY

En aquest apartat es relacionen les dades necessàries per a justificar la proposta de mesures correctores a dur a terme a l'enllumenat públic exterior de Torrebesses per tal d'aconseguir l'objecte d'aquest projecte, disminuir el consum energètic i de despeses i millorar l'eficiència energètica.

Els requisits de disseny són els proposats per la propietat, l'Ajuntament de Torrebesses i els derivats de la legislació, reglamentació i normativa aplicable a la instal·lació, així com els estudis i presa de dades realitzats.

1.6.1.- Requisits de disseny de la propietat.

L'Ajuntament considera que hi ha una despesa molt elevada en la facturació del rebut del consum elèctric de l'enllumenat públic exterior, per això té la intenció de reduir despeses en aquest apartat.

També considera que el nivell d'il·luminació dels carrers i vials és excessiu.

El manteniment de les llumeneres és molt costós ja que és necessari llogar un camió amb cistella donada l'altura a que estan instal·lades. La grandària de l'Ajuntament (300 habitants), no permet disposar en propietat d'un camió per realitzar el manteniment.

1.6.2.- Requisits de disseny legislatius.

A aquesta instal·lació l'afecten el REAL DECRET 1890/2008, de 14 de novembre, pel que s'aprova el *"Reglament d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat exterior i les seves Instruccions tècniques complementaries EA-01 a EA-07"*. i Decret 82/2005 pel qual s'aprova el *"Reglament de desenvolupament de la llei 6/2001 d'ordenació ambiental de l'enllumenament per a la protecció del medi nocturn"*.

El compliment d'aquesta reglamentació fa referència a totes les instal·lacions de titularitat pública o privada, noves o existents com a màxim el 31 de desembre de 2011.

Requisits de disseny del R.D. 1890/2008 i D. 82/2005

Aquest reglament consta de 7 instruccions tècniques complementàries, de EA-01 a EA-07.

Segons la Instrucció Tècnica Complementària EA-02 els carrers i vials de Torrebesses es classifiquen de la següent manera:

Carrer	Velocitat del trànsit rodat (km/h)	Classificació de la via	Classe d'enllumenat
<i>Accés població</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ Major</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>Travessera de Baix</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ Prat de la Riba</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ del mestre Emili Pujol</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ del Portal</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ de Sant Pablo</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ del Joc</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ del Castell</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ del Clavell</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ del Forn</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ del Porxo de Gort</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ Nou</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ del Museu</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ del Toll</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ de la Cooperativa</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ del Planeta</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>Plaça dels pagesos</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4

<i>Zona esportiva</i>	vies per a vianants $v \leq 5$	E1	S2 / S3 / S4
<i>c/ de la Parra</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>Travessia c/ onze de setembre</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ de la bàscula</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ Onze de setembre</i>	de velocitat moderada $30 < v \leq 60$	B2	ME4b / ME5
<i>Altres 1</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>Altres 2</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4

Taula 1.2. Tipologia i classe d'enllumenat de les vies de Torrebesses

A partir d'aquesta classificació, es pot obtenir els valors mínims d' il·luminació. Els valors corresponen al carrer Onze de Setembre, via **tipus B2** són els següents:

Classe d'enllumenat	Luminància de la superfície de la calçada en condicions seques			Enlluernament Pertorbador	Il·luminació d'entorn
	Luminància ⁽⁴⁾ Mitja Lm (cd/m ²) ⁽¹⁾	Uniformitat global U _o [mínima]	Uniformitat Longitudinal U _L [mínima]	Increment Umbral TI (%) ⁽²⁾ [màxim]	Relació entorn SR ⁽³⁾ [mínima]
ME4b	0,75	0,40	0,50	15	0,50
ME5	0,50	0,35	0,40	15	0,50

⁽¹⁾ Els nivells de la taula són valors mínims en servei amb manteniment de la instal·lació d'enllumenat, a excepció de (TI), que són valors màxims inicials. Amb la finalitat de mantenir aquests nivells de servei, s'ha de considerar un factor de manteniment (f_m) elevat que dependrà de la làmpada adoptada, del tipus de lluminària, grau de contaminació de l'aire i modalitat de manteniment preventiu.

⁽²⁾ Quan s'utilitzin fonts de llum de baixa luminància (làmpades fluorescents i de vapor de sodi a baixa pressió), poden permetre's un augment de 5% del increment lllindar (TI).

⁽³⁾ La relació entorn SR ha d'aplicar-se en aquelles vies de trànsit rodat on no existeixin altres àrees contingudes a la calçada que tinguin els seus propis requisits. L'amplada de les bandes adjacents per la relació entorn SR serà igual com a mínim a la d'un carril de trànsit, es recomana a ser possible 5m d'amplada.

⁽⁴⁾ Els valors de luminància donats poden convertir-se en valors d'il·luminació, multiplicant els primers pel coeficient R (segons C.I.E) del paviment utilitzat, agafant un valor de 15 quan aquest no es conegui.

Taula 1.3. Series ME de classe d'enllumenat per vials tipus A i B (ITC-EA-02).

La següent taula especifica els valors de la il·luminació dels carrers tipus D3-D4, que correspon a la classificació de la resta de carrers.

Classe d'enllumenat ⁽¹⁾	Il·luminació horitzontal en l'àrea de la calçada	
	Il·luminació Mitja Em (lux) ⁽¹⁾	Il·luminació mínima Emin (lux) ⁽¹⁾
S3	7.5	1.5
S4	5	1

⁽¹⁾ Els nivells de la taula són valors mínims en servei amb manteniment de la instal·lació d'enllumenat. Amb la finalitat de mantenir aquests nivells de servei, s'ha de considerar un factor de manteniment (f_m) elevat que dependrà de la làmpada adoptada, del tipus de lluminària, grau de contaminació de l'aire i modalitat de manteniment preventiu.

Taula 1.4. Series S de classe d'enllumenat per vials tipus D i E (ITC-EA-02).

Després de classificar les vies, la instal·lació d'enllumenat exterior ha de complir un requisits mínims d'eficiència energètica. Els requisits estan establerts en la ITC-EA-01. Tots ells detallats en les següents taules.

Il·luminació mitja en Servei E _m (lux)	EFICIÈNCIA ENERGÈTICA MÍNIMA ($\frac{m^2 \cdot lux}{W}$)
≥ 30	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
≤ 7,5	9,5

Nota – Per valors d'il·luminació mitja projectada compresos entre els valors indicats en la taula, la eficiència energètica de referència s'obtidran per interpolació lineal.

Taula 1.5. Requisits mínims d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat vial funcional per vies tipus A i B (ITC-EA-01).

Il·luminació mitja en Servei E _m (lux)	EFICIÈNCIA ENERGÈTICA MÍNIMA ($\frac{m^2 \cdot lux}{W}$)
≥ 20	9
15	7,5
10	6
7,5	5
≤ 5	3,5

Nota – Per valors d'il·luminació mitja projectada compresos entre els valors indicats en la taula, la eficiència energètica de referència s'obtidran per interpolació lineal.

Taula 1.6. Requisits mínims d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat vial ambiental per vies tipus C, D i E (ITC-EA-01).

L'ITC-EA-03 especifica els valors màxims de les emissions lluminoses cap al cel procedents dels enllumenats exteriors. Aquesta ITC classifica les zones de protecció contra la contaminació lluminosa en E1, E2, E3, E4.

Actualment en la Web de la Generalitat de Catalunya, departament de Medi Ambient i Habitatge consta que el mapa de classificació de les zones de protecció contra contaminació lumínica es realitzarà en el proper any 2011, pel que fa que no es disposi d'aquesta informació.

En la taula següent s'expressen aquest valors:

Classificació de zones	Flux hemisfèric superior instal·lat FHS_{inst}
E1	$\leq 1\%$
E2	$\leq 5\%$
E3	$\leq 15\%$
E4	$\leq 25\%$

Taula 1.7. Valors límits del flux hemisfèric superior instal·lat.

També aquesta instrucció limita la llum intrusa o molesta amb els valors expressats en la següent taula:

Paràmetres lumínics	Valors màxims			
	E1	E2	E3	E4
<i>Il·luminació vertical (E_v)</i>	2 lux	5 lux	10 lux	25 lux
<i>Intensitat lluminosa emesa per les lluminàries (I)</i>	2500 cd	7500 cd	10000 cd	25000 cd
<i>Luminància mitja de les façanes (L_m)</i>	5 cd/m ²	5 cd/m ²	610 cd/m ²	150 cd/m ²
<i>Luminància màxima de les façanes (L_{max})</i>	10 cd/m ²	10cd/m ²	10 cd/m ²	25 cd/m ²
<i>Increment de llindar de contrast (TI)</i>	Classes d'enllumenat			
	Sense il·luminació	ME5	ME3/ME4	ME1/ME2
	TI= 15% Per adaptació L=0,1 cd/m ²	TI= 15% Per adaptació L=1 cd/m ²	TI= 15% Per adaptació L=2 cd/m ²	TI= 15% Per adaptació L=5 cd/m ²

Taula 1.8. Limitacions de la llum molesta procedent d'instal·lacions d'enllumenat exterior.

El compliment dels paràmetres expressats en aquest apartat es justifiquen àmpliament en l'annex B (Auditoria Energètica) i l'annex C (Càlculs).

L'ITC-EA-04 "Components de les instal·lacions", fa referència als mètodes de mesura i presentació de les característiques fotomètriques de làmpades i

Il·luminàries, segons UNE-EN 13032 *“Luz y alumbrado. Medición i presentación de datos fotométricos de lámparas y luminarias”*.

Els fabricants proporcionaran mitjançant certificació de laboratori acreditat el Flux de l'hemisferi superior instal·lat (**FHS_{inst}**), rendiment de la lluminària (**η**), factor d'utilització (**f_u**), grau de protecció **IP**, eficiència de la làmpada, equips auxiliars, etc.

També especifica els valors de la potència total del conjunt làmpada de descàrrega i equip auxiliar.

Els equips auxiliars que s'incorporin a les instal·lacions d'enllumenat, compliran les condicions de funcionament establertes en les normes UNE-EN:

- UNE-EN 60921- Balastos para lámparas fluorescentes.
- UNE-EN 60923- Balastos para lámparas de descarga, excluidas las fluorescentes.
- UNE-EN 60929- Balastos electrónicos en c.a. para lámparas fluorescentes.

També es limita la potència elèctrica màxima consumida pel conjunt de l'equip auxiliar i la làmpada de descàrrega.

Els sistemes d'accionament garanteixen que les instal·lacions d'enllumenat exterior s'encenguin i apaguin amb precisió a les hores previstes per la legislació. Aquest accionament es pot dur a terme mitjançant diferents dispositius. L'accionament per rellotge astronòmic és obligatori a totes les instal·lacions que superin el 5kW.

Es regularà el nivell lluminós mitjançant algun dels sistemes següents:

- a) Balasts sèrie de tipus inductiu per a doble nivell de potència.
- b) Reguladors – estabilitzadors en capçalera de línia.
- c) Balast electrònic de potència regulable.

Els sistemes de regulació del nivell lluminós permetran la disminució del flux emès fins un 50% del valor de servei normal.

1.7.- ANÀLISI DE SOLUCIONS.

S'ha plantejat tres possibles alternatives per tal de millorar l'eficiència energètica de la instal·lació d'enllumenat públic exterior de Torrebesses.

Totes tres solucions són de tecnologia actual, el que permet millorar la vida de la instal·lació. La tecnologia té un avenç molt ràpid i les instal·lacions d'enllumenat públic una vida molt llarga, el que fa que es tingui molt en consideració les noves tecnologies com la regulació electrònica.

També es descarten altres per la tipologia de la instal·lació i del carrers (amplada de carrers, voreres, trànsit de vehicles agrícoles, sistema d'instal·lació, etc.).

Aquestes alternatives són les següents:

- **Alternativa 1** → Millora de l'ús de balasts electrònics i substitució de les làmpades VSAP per altres de menor consum també de tipus VSAP. Aquesta alternativa es pot aplicar a tots els punts de llum amb làmpades de 100W i 150W.
- **Alternativa 2** → Millora de l'ús de balasts electrònics i substitució de les làmpades VSAP per altres de menor consum de vapor de mercuri amb halogenurs (VMH). Aquesta alternativa es pot aplicar a totes els punts de llum amb làmpades de 100W i 150W.
- **Alternativa 3** → Substitució dels actuals punts de llum per altres amb tecnologia LED. Seria d'aplicació a tots els punts de llum.

Tot seguit s'expliquen les característiques principals d'aquestes alternatives:

- **Consideracions sobre els balasts electrònics d'alta freqüència**

Aquests operen amb làmpades de descàrrega en gas amb una freqüència de servei de 30 a 40kHz.

En el cas de làmpades de mercuri, halogenurs metàl·lics i sodi alta pressió, operen amb una freqüència de servei de 1,8kHz per a l'encesa de làmpades fredes i polsos d'arrencada fins a 2,5kHz, i per a l'encesa de làmpades calentes 22,5kHz i un valor constant de voltatge d'arrencada.

- **Avantatges:**

- Encesa instantània de la làmpada.
- Servei sense parpelleig, no existeix l'efecte estroboscòpic.

- Alt factor de potència, no necessita condensadors de compensació.
- Servei amb funcionament altern o continu amb la mateixa intensitat lluminosa.
- Absència de soroll molest.
- Major vida de la làmpada, menor cost de manteniment.
- Alta seguretat de servei al desconnectar automàticament la làmpada quan aquesta presenta defectes en el funcionament.
- Reducció fins un 25% del consum de potència.

• Inconvenients:

- Tenen un elevat cost.
- Són sensibles a les tronades amb aparell elèctric.

• **Consideracions sobre les làmpades de vapor de mercuri amb halogenurs metàl·lics (VMH).**

Són làmpades de vapor de mercuri amb una sèrie d'additius metàl·lics en forma de iodurs, de tal manera que aquests metalls potencien determinades zones de l'espectre visible, aconseguint augmentar l'eficàcia lluminosa de la làmpada i el seu rendiment.

Les làmpades d'halogenurs necessiten un cert període per assolir el seu règim. En aquest temps, que és d'uns dos a tres minuts, la intensitat del corrent pren valors que poden arribar al doble de la intensitat nominal.

Necessiten la connexió d'un arrencador per assolir les tensions necessàries per encendre's, apart del balast i el condensador.

En els darrers anys han aparegut les làmpades d'halogenurs metàl·lics ceràmics, que substitueixen directament els halogenurs clàssics i les làmpades de sodi a alta pressió. Aquesta nova tecnologia millora l'eficàcia, la vida, i elimina l'inconvenient de la variabilitat en la tonalitat del color que presentaven els halogenurs fins ara. També disminueix les limitacions en la posició de funcionament que sovint presenten els halogenurs metàl·lics.

- **Consideracions sobre les làmpades de vapor de sodi alta pressió (VSAP).**

Són també làmpades de descàrrega, en les quals el gas emprat és vapor de sodi a alta pressió. Per funcionar necessiten connectar-se a un equip auxiliar (balast i arrencador).

Des del punt de vista energètic, són molt superiors a les de vapor de mercuri. La principal característica d'aquestes làmpades és la seva llum, de tonalitat groguenca, amb un índex de reproducció cromàtica normalment baix.

Aquest fet fa que malgrat la seva elevada eficiència energètica no s'implanti en zones on per raons estètiques es prioritzin els requisits de color.

Malgrat aquesta problemàtica del color, és la làmpada que actualment més s'instal·la en l'enllumenat públic.

A més, presenten una vida útil extraordinàriament llarga (sobretot en els darrers models, en els qual s'ha millorat significativament la fiabilitat dels components).

- **Consideracions sobre la tecnologia LED.**

Les làmpades de diode d'emissió de llum (LED) seran sens dubte la tecnologia predominant en la llum del futur (és tecnologia electrònica). Un estudi publicat en el Regne Unit per Energy Research Centre ha mostrat mitjançant l'ús de models, que utilitzar LED's de forma generalitzada podria suposar el 80% de reducció en l'any 2031 i que aquest estalvi podria incrementar-se al 87% en l'any 2050, una vegada que les LED es converteixin en l'única tecnologia disponible en el mercat. La tecnologia LED ofereix un gran estalvi energètic i és regulable, a més a més, la llum blanca que genera és una alternativa real a altres tipus d'il·luminació.

- **Avantatges:**

- Elevat nivell de lluentor i intensitat.
- Elevada eficiència.
- Baix voltatge i reduïts requisits de potència.
- Color de baixa radiació.
- Alta fiabilitat.

- Sense raigs ultraviolats.
- Llarga durada de la làmpada (50.000 hores).
- Fàcil control i programació.
- Són respectuosos amb el medi ambient, utilitzen pocs materials i no contenen mercuri.

· Inconvenients:

- Tenen un elevat cost.
- Són sensibles a les tronades amb aparell elèctric.
- És una tecnologia molt nova i està desenvolupant-se.

En la taula següent es pot apreciar els diferents valors de les làmpades de les diferents alternatives.

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Eficàcia	70 – 100 lm/W	90 – 120 lm/W	80 – 12090 lm/W
Vida útil	3000 – 8000 hores	8000 – 16000 hores	50000 hores
Gamma de potencies	20 – 2000 W	50 – 1000 W	Varis
Color de la llum	Blanc	Groguenc	Blanc
Reproducció Ra	70 - 95	20	85 - 90
Aplicacions	Monuments i llocs d'especial interès	Ús general, però limitat en zones amb especials exigències de color	Enllumenat interior i exterior

Taula 1.9. Comparativa de paràmetres de diferents tipus de làmpades.

Les dades d'aquest apartat serveixen per escollir l'alternativa proposada per la millora de l'eficiència de la instal·lació de l'enllumenat públic exterior de Torrebesses.

No s'ha realitzat matriu de decisió ja que els paràmetres a estudiar són molts i el pes atribuït a cadascun és arbitrari en relació als criteris del projectista i no estan regulats per cap normativa vigent, aquesta sols especifica valors numèric mínims i màxims a complir.

S'han considerat criteris d'anàlisi de paràmetres globalment, si bé s'ha considerat molt important l'estalvi energètic, l'eficiència, la contaminació mediambiental, l'estalvi després del període de retorn i la tecnologia utilitzada.

És per això que l'alternativa escollida és: **Alternativa 3** → **Substitució dels actuals punts de llum per altres amb tecnologia LED. Seria d'aplicació a tots els punts de llum.**

1.8.- RESULTATS FINALS

Amb la implantació de l'alternativa 3 la instal·lació donaria els resultats que s'especifiquen a continuació.

Com a concepte general, aquesta alternativa consisteix en la substitució de totes les lluminàries actuals per altres lluminàries totalment diferents. Concretament per les de tecnologia LED, aconseguint una altra estètica i una potència molt més baixa.

En el cas de les lluminàries de bàcul sobre columna o façana, tant les de 100W com les de 150W s'ha optat per canviar-les per lluminàries de 16 leds amb una potència de 21W (Philips CitySoul LED).

En el cas de les lluminàries de farola de globus esfèric, farola estil clàssic com el fanal penjat que actualment són de 100W s'ha optat per canviar-les totes pel mateix model de lluminària (Carandini CLM/CLAMOD/LED). Aquesta lluminària consta d'una placa de 30 leds per 1,2W cadascun, és a dir, tenen una potència de 36W.

En l'últim cas de lluminàries que hi trobem en el municipi, els focus, que actualment són de 250W, s'ha optat per utilitzar uns focus de la marca Philips que consten de 30 leds amb una potència de 50W.

Aquesta alternativa no suposa el canvi o modificació de la instal·lació elèctrica de les diferents línies que alimenten els diferents punts de llum. S'ha comprovat que aquestes compleixen amb el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió i si no es detecta cap avaria o desperfecte no s'actuarà sobre elles.

El quadre de comandament i protecció s'adequarà a l'alternativa, canvi de rellotge astronòmic i adequació de cablejat.

La instal·lació continuarà funcionant amb doble nivell de flux accionat per rellotge astronòmic adequat aconseguint dos nivells de flux, el primer nivell al 100% de flux i el segon nivell al 50% de flux i de consum. Tot i que hi ha sistemes automàtics de gestió de l'enllumenat públic via telemàtica s'utilitza el del rellotge astronòmic ja que per la grandària de la instal·lació els sistemes telemàtics són de cost elevat.

En la següent taula hi ha la relació del canvis que s'utilitzarien en cada cas en concret.

PUNTS DE LLUM	LLUMINÀRIA ACTUAL	LLUMINÀRIA PROPOSADA ALTERNATIVA 3
<i>Bàcul sobre columna o façana de 100W</i>	 Carandini STR 154/CC Vsap -100W 2N T	 Philips CitySoul LED BGP430 16 x GRN 1-S/740.DC (21W)
<i>Bàcul sobre columna o façana de 150W</i>	 Carandini STR 154/CC Vsap - 150W 2N T	 Philips CitySoul LED BGP430 32 x ECO 1-S/830.DW (58W)
<i>Farola de globus esfèric de 100W</i>	 Carandini SM-SILVERMON Vsap - 100W 2N T	 Carandini CLAMOD LED CLM-V/GC-30/LED. Placa 30led x 1,2W (36W)
<i>Farola clàssica de 100W</i>	 Carandini CLAMOD CLM-V/CC Vsap - 100W 2N T	 Carandini CLAMOD LED CLM-V/GC-30/LED. Placa 30led x 1,2W (36W)
<i>Fanal penjat de 100W</i>	 Carandini CLAMOD CLM-S/CC Vsap - 100W 2N T	 Carandini CLAMOD LED CLM-S/GC-30/LED. Placa 30led x 1,2W (36W)
<i>Focus de 250W</i>	 Philips SNF300 SON-T 250W 230V K	 Philips BCP431 30xLED-HB/WH 3000-6500 24° WH (50W)

Taula 1.10. Resum de la substitució de les lluminàries en l'alternativa 3.

Aquesta alternativa suposa una potència d'instal·lació de 5663 W (5,66 KW), molt inferior a la instal·lada actualment (18,8).

El primer requisit que s'ha de complir segons el “Reglament d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat exterior” és el de la ITC-EA-04 “Components instal·lacions”, el qual indica que les làmpades utilitzades en les instal·lacions d'enllumenat exterior han de tenir una **eficàcia lluminosa**

superior al 65 lum/W, per enllumenats vial, específics i ornamental. La següent taula ens mostra que les tres alternatives proposades compleixen aquest requisit.

	Lluminària	Flux lluminos s (lum)	Potenci a (W)	Eficàcia lluminosa (lum/W)	
Alternativa 3	CitySoul Led BGP430 16 x GRN - 1S/740.DC	1680	21	80	✓
	CitySoul Led BGP430 32 x ECO - 1S/830.DW	4736	58	81.7	✓

Taula 1.11. Eficàcia lluminosa.

Les dades lumíniques aconseguides compleixen la normativa que les afecta, si més no, els nivells d'il·luminació han disminuït respecte als actuals, aconseguint adequar-los a les necessitat de la població.

		NORMATIVA	TEÒRICA ACTUAL	ALTERNATIVA PROPOSADA	
c/ del Castell (S3)	E_m	5	37	7	✓
	E_{min}	1	21	5	✓
c/ del Portal (S4)	E_m	7,5	34	10.7	✓
	E_{min}	1,5	12	6.2	✓
c/ Onze de Setembre (ME5)	L_m	0,5	2	0.7	✓
	U_o	0,35	0,70	0.72	✓
	U_L	0,40	0,85	0.8	✓
	TI	15	8,62	6	✓
	SR	0,50		0.7	✓

Taula 1.12. Compliment normativa exigida del nivell il·luminació.

Tot seguit es demostra que també compleixen amb els requisits mínims d'eficiència energètica de la ITC-EA-01.

		NORMATIVA		TEÒRIC		
		E_{ms}	ϵ	E_{ms}	ϵ	
Alternativa 3	c/ del Castell	5,60	3,86	5,60	19,20	✓
	c/ del Portal	8,56	5,42	8,56	22,14	✓
	c/ Onze de Setembre	$\leq 7,5$	9,5	7,48	16,12	✓
on: E_{ms} = Il·luminació mitja en servei, considerant el manteniment previst (lux). ϵ = Eficiència energètica de la instal·lació d'enllumenat exterior ($m^2 \cdot lux / W$).						

Taula 1.13. Eficiència energètica.

La instal·lació té una Qualificació d'Eficiència Energètica tipus A en tots els carrers estudiats.

Dades relacionades al consum energètic, cost i amortització de la inversió.

	Potència instal·lada (kW)	Potència elèctrica	Consum Energètic			Cost Energètic (€)	Manteniment (€)	Cost total			Inversió total (€)	Amortització (anys)
			Consum (kWh)	Estalvi				Cost (€)	Estalvi			
				(kWh)	(%)				(€)	(%)		
Actual	18,4	21,16	66723,32	-	-	8674,03	2800	11474,03	-	-	-	-
Alternativa 3	5,653	6,5	20496,29	46227,03	69,28	2664,52	0	2664,52	8809,51	76,78	142670,85	16,20

Taula 1.14. Comparativa energètica – econòmica de la simulació en l'estat actual i l'alternativa adoptada..

Dades relacionades al consum energia primària i emissions associades a CO2 cost i amortització de la inversió.

	Consum Energia Final (kWh / any)	Consum Energia Primària			Emissions Associades de CO2		
		Consum (kg. Tep/any)	Estalvi		Emissions (kg. de CO2)	Estalvi	
			(Tep)	(%)		(kg. de CO2)	(%)
<i>Actual</i>	66723,32	13,34	-	-	30025,49	-	-
<i>Alternativa 3</i>	20496,29	4,10	9,24	69,27	9223,33	20802,16	69,28

Taula 1.15. Comparació emissions en l'estat actual i l'alternativa adoptada.

1.9.- PRESSUPOST

El pressupost de la solució adoptada ascendeix a la quantitat aproximada de CENT – QUARANTA –DOS MIL SIS-CENTS SETANTA-U EUROS AMB DISET CÈNTIMS (142671, 17 €).

Lleida, setembre de 2010

Signat: Daniel Grau Freixinet

2.- ANNEXES

ÍNDEX ANNEXES

2.- ANNEXES

ANNEX A: Fonaments teòrics de l'enllumenat exterior	53
ANNEX B: Auditoria Energètica	139
ANNEX C: Càlculs	191
ANNEX D: Presa de dades. Fitxes de camp	263
ANNEX E: Catàlegs	279

ANNEX A: FONAMENTS TEÒRICS DE L'ENLLUMENAT EXTERIOR

ÍNDEX

ANNEX A: FONAMENTS TEÒRICS DE L'ENLLUMENAT EXTERIOR

A.1.- La llum	58
A.1.1.- Naturalesa de la llum	58
A.1.2.- Caràcter ondulatori de la llum	59
A.1.3.- L'espectre electromagnètic	61
A.2.- Propietats de la llum	63
A.2.1.- Reflexió	63
A.2.2.- Absorció	65
A.2.3.- Transmissió	65
A.2.4.- Refracció	67
A.3.- Factors involucrats en la vista	69
A.3.1.- Estructura de l'ull i sistema de visió	69
A.3.2.- Formació d'imatges	69
A.3.3.- Sensibilitat de l'ull a les diferents radiacions lluminoses	71
A.3.4.- Propietats de l'ull	72
A.3.4.1.- Acomodament	72
A.3.4.2.- Adaptació	73
A.3.4.3.- Agudesesa visual	73
A.3.5.- Factors que intervenen en la percepció visual	74
A.3.5.1.-Grandària	74
A.3.5.2.-Lluentor	74
A.3.5.3.- Contrast	74
A.3.5.4.-Temps d'exposició i moviment	75
A.3.5.5.-Enlluernament	75

A.4.- El color i la llum	76
A.4.1.- Naturalesa i concepte del color	76
A.4.2.- Sistema d'ordenació dels colors	76
A.4.3.- Temperatura de color (T_c)	79
A.4.4.- Índex de rendiment de color (IRC)	79
A.5.- Magnituds lluminoses fonamentals	80
A.5.1.- Magnituds fotomètriques	80
A.5.1.1.- Flux lluminós	80
A.5.1.2.- Intensitat lluminosa	81
A.5.1.3.- Luminància	82
A.5.1.4.- Flux energètic	83
A.5.1.5.- Quantitat de llum	83
A.5.1.6.- Excitància lluminosa	83
A.5.1.7.- Rendiment lluminós	83
A.5.2.- Magnituds pròpies de l'objecte il·luminat	84
A.5.2.1.- Nivell d'il·luminació	84
A.5.2.2.- Exposició lluminosa	84
A.6.- Principis	84
A.6.1.- Llei de l'inversa del quadrat de la distància	84
A.6.2.- Llei del cosinus	85
A.6.3.- Llei de Lambert	86
A.7.- L·luminàries	87
A.7.1.- Característiques energètiques	87
A.7.1.1.- Rendiment	87
A.7.1.2.- Distribució adequada	88
A.7.1.3.- Depreciació i envelliment	89

A.7.2.- Elements que componen les lluminàries	90
A.7.3.- Disposició de les lluminàries en la via	90
A.7.4.- Tipus bàsics de lluminàries	93
A.7.4.1.- Enllumenat de jardí	93
A.7.4.2.- Luminàries clàssiques	93
A.7.4.3.- Enllumenat viari	94
A.7.4.4.- Projectors	94
A.7.5.- Criteris selecció	95
A.7.5.1.- Distribució fotomètrica	95
A.7.5.2.- Factor d'utilització	96
A.7.5.3.- Factor de conservació	96
A.7.5.4.- Protecció contra tensions de contacte	98
A.7.5.5.- Criteris estètics	99
A.8.- Sistemes d'encesa i apagada	99
A.8.1.- Cèl·lules fotoelèctriques	100
A.8.2.- Relotges astronòmics	100
A.8.3.- Sistemes de regulació de flux lluminós	101
A.8.3.1.- Apagada parcial	101
A.8.3.2.- Equips auxiliars de doble règim	101
A.8.3.3.- Reguladors - estabilitzadors en capçalera	102
A.8.4.- Sistemes de gestió centralitzada	103
A.8.4.1.- Unitats de punt de llum	104
A.8.4.2.- Unitats d'escomesa	104
A.9.- Fonts de llum	107
A.9.1.- Característiques de la làmpada	107
A.9.2.- Tipologia de làmpades	109

A.9.2.1.- Làmpades d'incandescència	110
A.9.2.2.- Làmpades de descàrrega	114
A.9.2.3.- Làmpades d'inducció	125
A.9.2.4.- Tecnologia LED	125
A.9.2.5.- Comparativa	129
A.10.- Contaminació lumínica	130
A.10.1.- Definició	130
A.10.2.- Causes i efectes	132
A.10.3.- Prevenció de la contaminació lumínica	133
A.10.3.1.- Lluminares	133
A.10.3.2.- Disposició de les llumeneres. Enfocaments	135
A.10.3.3.- Efectes de les làmpades	136
A.10.3.4.- Nivells d'il·luminació	137
A.10.3.5.- Horari de reducció del flux lumínic	137

ANNEX A: FONAMENTS TEÒRICS DE L'ENLLUMENAT EXTERIOR

En aquest apartat es preveu explicar breument i amb pretensió tècnica (no científica) els fonaments sobre luminotècnia, el funcionament i comportament del sentit de la vista per tal de comprendre les condicions d'il·luminació dels vials, monuments, carrers, etc. de les ciutats. Així com justificar la normativa que afecta a aquests tipus d'instal·lacions.

A.1.- LA LLUM

A.1.1.- Naturalesa de la llum

Per arribar al concepte físic de definició actual de llum, podem donar un tom per la història començant per Aristòtil que la va definir com: *“La llum era l'activitat d'allò que és transparent”*. Posteriorment al segle V aC, el filòsof Empedocles diu que *“La llum era una substància fluida emesa pel sol i que el seu moviment no es notava a causa de la seva gran velocitat”*. Considerava que els ulls emetien una espècie de raigs lluminosos. Plató i Euclides compartien aquesta mateixa creença, deien que el raig tenia que arribar abans a l'objecte, per poder veure'l posteriorment.

Aristòtil va discrepar d'aquesta teoria, pensava que de ser certa, seriem capaços de veure en l'obscuritat.

Leonardo da Vinci va comprovar que l'ull s'assembla a la càmera fosca, en la que la llum penetra a través d'un petit forat i forma en la paret oposada una imatge invertida del món exterior. Aquest fet fou experimentat per Descartes com funcionament de l'ull.

A mitjans del segle XVII, Newton va demostrar que la llum blanca al fer-la passar per un prisma es descomponia en tots els colors de l'espectre, aconseguint descompondre la llum solar en els colors de l'arc de Sant Martí i tornar-la a recompondre fent-la passar de nou per un altre prisma. Aquest és l'origen de la *“teoria corpuscular de la llum”*. Newton diu: *“Multitud de corpuscles inconcebiblement petits i ràpids, de diferents grandàries, salten un darrere d'altre dels cossos brillants i arriben a grans distàncies”*. Newton té un gran prestigi, fet que suposa que ningú presti atenció a la teoria ondulatoria de la llum exposada per altres científics de l'època com Huygens (1650).

A mig segle XIX, Maxwell estudiant l'electricitat i el magnetisme va comprovar que ambdós fenòmens es propagaven a la velocitat de la llum, arribant a la conclusió de que la llum era una ona electromagnètica, confirmant la *“teoria ondulatoria de la llum”*.

En 1900 Max Planck va deduir que la llum xoca contra la matèria i és absorbida o emesa per “paquets” (*quantó*).

És Albert Einstein, al formular la teoria de la relativitat, el que defineix la seva teoria inspirada per la llum, assegurant que la velocitat de la llum és constant independentment de la direcció i combinant els conceptes d'espai i temps. Einstein va posar fi al univers newtonià, digué que l'èter no existeix, que la posició en l'espai no és absoluta ni que el temps és absolut. El "quantó" el va definir com a "fotó". Així per a què un electró passi d'un nivell d'energia a un altre és necessari que absorbeixi o emeti un fotó d'energia (constant de Planck = $6,626196 \pm 0,000050 \times 10^{-34}$ J seg.).

Definitivament en 1925 és quan s'unifica la concepció dualista de Broglie i Heisenberg de les dues teories, corpuscular i ondulatoria, suposant que el moviment de tot corpuscle ve regit per una ona associada a la longitud de la qual és igual a la constant de Planck dividida pel producte de la massa de la partícula i la seva velocitat.

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

D'aquesta forma podem entendre que el pas de la llum des del sol a l'ull i al cervell, requereix que la llum es comporti a la vegada com a ona i com a partícula.

A.1.2.-Caràcter ondulatori de la llum

Acceptada la teoria ondulatoria de la llum, definirem les característiques més importants de les ones electromagnètiques, en les que es reflexa una energia de radiació, que depèn de les intensitats dels camps elèctrics i magnètics de dites ones. Les ones electromagnètiques són el producte de la propagació en el buit d'un camp electrostàtic associat a un camp electromagnètic, essent aquests camps ortogonals entre si.

Totes les radiacions electromagnètiques tenen una propietat comú: la velocitat de propagació en el buit és la mateixa per a totes elles, essent exactament el seu valor de 299.792,458 km/s (arrodonit 300.000 km/s). Si més no, cada tipus de radiació es pot diferenciar i distingir de la resta per una o més de les tres característiques que defineixen les radiacions electromagnètiques, que són: **longitud d'ona, període i freqüència**.

- **Longitud d'ona:** Aquesta és una propietat variable de la radiació, que es defineix com "el camí recorregut per la radiació en un període". Es mesura en unitat de longitud, metres (m) o els seus múltiples segons el cas. Es representa per la lletra grega (λ).

És una característica important per a classificar l'espectre de radiacions visibles.

Aquest paràmetre queda determinat mitjançant el producte de la velocitat de propagació (v) pel temps que tarda en realitzar el cicle (període T).

$$\lambda = v \cdot T \text{ (m)}$$

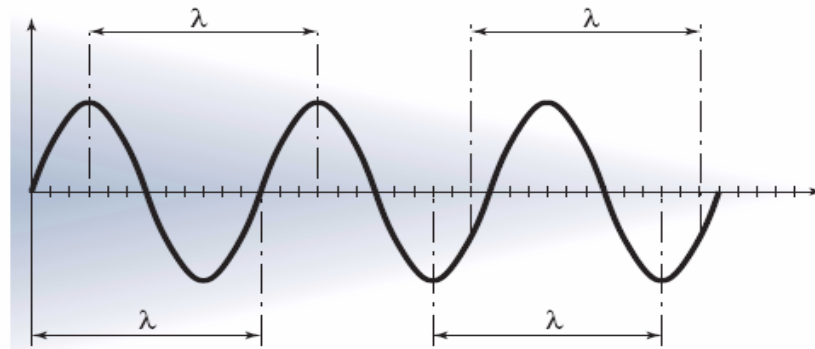


Fig. A.1. Longitud d'ona.

Aquesta propietat és variable degut a que la velocitat de propagació de les ones és diferent segons el medi pel que es desplacen i per tant també varia el camí recorregut per la radiació en un període.

La longitud d'ona en un medi determinat és igual a la longitud d'ona en el buit, dividida per l'índex del medi, essent:

$$N = \frac{C}{V}$$

on:

C = Velocitat en el buit.

N = Índex de refracció del medi.

V = Velocitat de propagació en el medi.

- **Període:** És una característica invariable de cada radiació, es defineix com “el temps que tarda una radiació en recórrer un cicle”. S'expressa per la lletra (**T**) i es mesura en segons (s).
- **Freqüència:** És una altra característica invariable de cada radiació, es pot definir com “el número de cicles o períodes complerts recorreguts per una radiació durant un segon”. S'expressa en cicles per segon (c/s) o en els seus múltiples, kilocicles (kc/s) o megacicles (Mc/s) i també en Hertz (Hz). Es representa per la lletra (**f**).

La freqüència és l'inversa del període i la relació existent entre velocitat i la longitud d'ona, per tal es dedueix:

$$f = \frac{1}{T} \qquad T = \frac{1}{f} \qquad f = \frac{v}{\lambda}$$

on:

f = Freqüència.

T = Període.

v = Velocitat.

λ = Longitud d'ona.

Es pot dir que la longitud d'ona d'una radiació és directament proporcional a la velocitat de propagació, i inversament proporcional a la freqüència d'aquesta radiació.

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

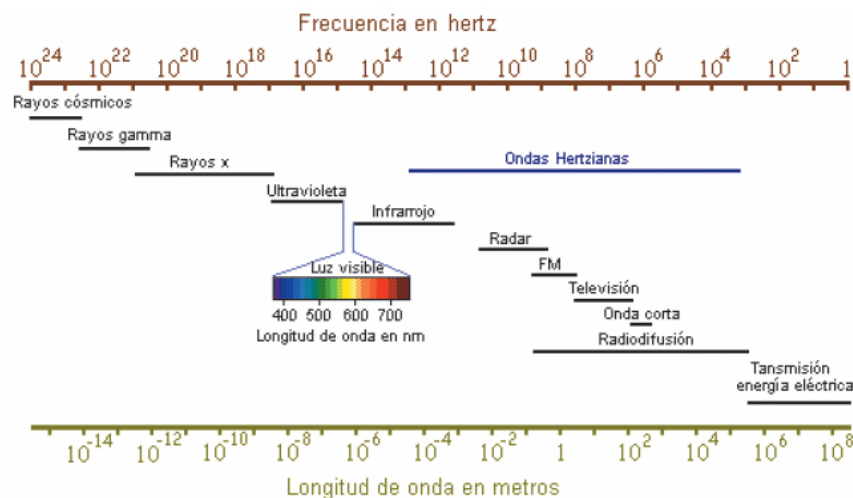
La classificació de les ones electromagnètiques es realitza en funció de les longituds d'ona, degut a que aquesta característica és variable.

A.1.3.- L'espectre electromagnètic

La llum és una forma d'energia consistent en vibracions electromagnètiques que, a partir del seu origen, es propaguen en línia recta amb moviment ondulant en totes les direccions a la velocitat de la llum, 300.000km per segon.

La longitud d'ona de les radiacions electromagnètiques oscil·la entre un màxim i un mínim (de 10^{-14} metres, fins a freqüències elèctriques amb longituds de l'ordre de 105 metres, com es mostra en la figura A.2).

L'espectre visible comprèn les radiacions entre $3,8 \cdot 10^{-7}$ (**380 nm** violeta) i $7,7 \cdot 10^{-7}$ metres (**770 nm** vermell), en la zona intermèdia queden el blau, el verd, el groc i el taronja.



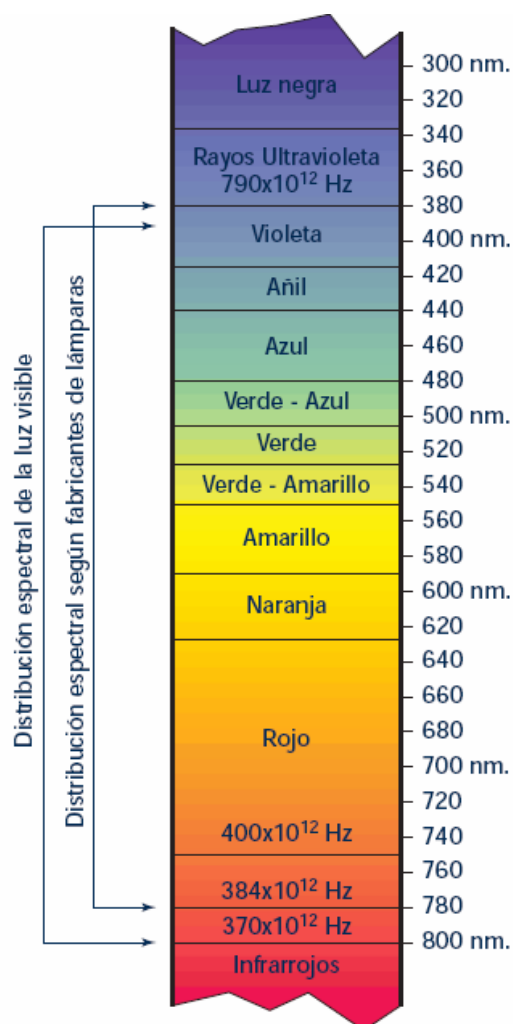


Fig. A.2. Espectre electromagnètic i espectre de llum visible.

Segons el gràfic de la figura A.2 l'espectre de llum queda dividida en tres zones:

- **Zona ultraviolada:** Radiacions amb longituds d'ona inferiors a 380nm.
- **Zona visible:** Radiacions amb longituds d'ona compreses entre 380nm i 770nm. (*Espectre visible*)
- **Zona infraroja:** Radiacions amb longituds d'ona superiors a 770nm.

Violeta	Blau	Verd	Groc	Taronja	Roig	
380	435	495	565	590	625	770
Longitud d'ona en (nm)						

Taula A.1. Espectre cromàtic de llum visible.

Menció apart mereixen les fonts de llum en si mateixes. Sobre aquest aspecte cal destacar el fenomen segons el qual una font emet altes freqüències de llum, en la mesura que s'incrementa la seva temperatura, com succeeix per exemple

amb els objectes freds que emeten llum de diferents radiacions a mesura que es va incrementant la seva temperatura. Per exemple, en l'escalfament progressiu d'un cable conductor, aquest es tornarà vermell en primer lloc, corresponent a una temperatura de color de 2000K, a mesura que augmenti la seva temperatura passarà pel blanc (5000K) i finalment blava (8000K). La temperatura de color es mesura en graus kelvin i descriu de forma genèrica la calidesa o la fredor produïda per la font de llum. En una font amb temperatura de color baixa, dominaran els vermells, taronges i grocs, mentre que si té una temperatura més alta es caracteritzarà pels verds i blaus.

En el cas dels llums incandescents, la temperatura del color està directament relacionada a la temperatura real del filament. Per als llums tipus arc sense filament, la temperatura de color indica que la llum apareix en la mesura que el llum operi a certa temperatura.

A.2.- PROPIETATS DE LA LLUM

La incidència de la llum en la matèria origina fenòmens físics. Quan la llum troba un obstacle en el seu camí xoca contra la superfície d'aquest i una part es reflecteix. Si el cos és opac la part no reflectida és absorbida, mentre que si és transparent una part serà absorbida i la resta travessarà el cos.

Aquests fenòmens físics són: **reflexió, absorció, transmissió, refracció.**

A.2.1.- Reflexió

S'anomena reflexió al retorn d'una radiació, quan incideix en una superfície especular, de forma que l'angle d'incidència i el de reflexió siguin iguals i la radiació no sofreix alteracions de les seves característiques.

Quan una radiació incideix sobre una superfície, una part d'aquesta es reflecteix i l'altra es perd per absorció i per transmissió. S'anomena factor de reflexió o reflectància a la relació entre el flux reflectit i l'incident. El seu símbol és ρ .

$$\rho = \frac{\phi_r}{\phi_i}$$

on:

ρ = Factor de reflexió.

ϕ_r = Flux lluminós reflectit.

ϕ_i = Flux lluminós incident.

La reflexió es pot considerar de tres classes:

- Reflexió especular.
- Reflexió difusa.
- Reflexió mixta.

La **reflexió especular o dirigida**, es produeix per superfícies completament llises i brillants o polides. Aquesta regida per dues lleis fonamentals:

- La primera diu “*que el raig incident, el raig reflexat i la normal a la superfície en el punt d'incidència estan en el mateix pla*”.
- La segona diu: “*l'angle d'incidència i l'angle de reflexió són iguals*”.

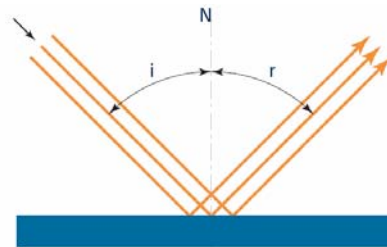


Fig. A.3. Reflexió especular de la llum.

La **reflexió difusa** està produïda per les superfícies rugoses i mates, es produeix quan la llum reflectida es dirigeix en totes les direccions segons la llei que determina la següent equació:

$$I_{\alpha} = I_0 \cdot \cos \alpha$$

Cada partícula de la superfície actua per separat, com un reflector especular, però donada la seva orientació a l'atzar. La llum reflectida va en totes les direccions i ha l'estar orientades les superfícies segons plans diferents, la llum surt reflectida amb diferents angles.

En les lluminàries s'utilitzen els difusors de policarbonat. La reflexió difusa evita l'enlluernament.



Fig. A.4. Reflexió difusa de la llum.

La **reflexió mixta** és la produïda per superfícies que no són especulars ni difuses, sinó una combinació de les dues. Es pot considerar com a semidirigida o semidifusa.



Fig. A.5. Reflexió mixta de la llum

A.2.2.- Absorció

És la propietat que tenen els cossos per absorbir les radiacions en major o menor proporció, segons la seva composició, de forma que aquesta absorció representa una pèrdua de llum.

S'anomena factor d'absorció a la relació entre el flux lluminós absorbit i el flux lluminós incident. El seu símbol és α .

$$\alpha = \frac{\phi_a}{\phi_i}$$

on:

α = Factor d'absorció.

ϕ_a = Flux lluminós absorbit.

ϕ_i = Flux lluminós incident.

A.2.3.-Transmissió

És la propagació d'una radiació a través d'un medi, sense que es produeixin canvis ni alteracions en la freqüència dels seus components monocromàtics, ni en la resta de les seves característiques. És un fenomen de determinats tipus de vidre, cristall, aigua i altres líquids. S'anomena factor de transmissió, a la relació entre el flux lluminós transmès i el flux lluminós incident. El seu símbol és τ :

$$\tau = \frac{\phi_t}{\phi_i}$$

on:

τ = Factor d'absorció.

Φ_t = Flux lluminós transmès.

Φ_i = Flux lluminós incident.

Segons la major o menor transparència del materials, es pot distingir tres tipus de transmissió de la llum:

- Transmissió regular (1).
- Transmissió difusa (2).
- Transmissió mixta (3).

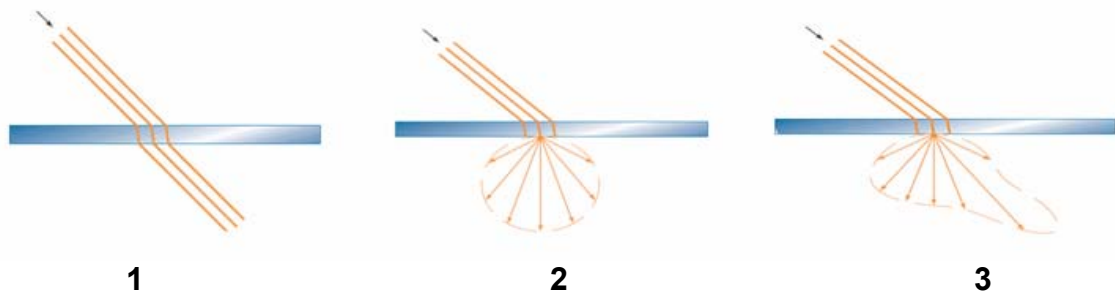


Fig. A.6. Transmissió de la llum (1-regular, 2-difusa, 3-mixta)

En la **transmissió regular**, el feix de llum que incideix sobre el medi surt d'aquest com tal llum i es produeix en els cossos anomenats transparents. Permet veure els objectes col·locats darrera del cos amb nitidesa, com succeeix amb el cristall o el vidre orgànic, molt utilitzat en luminotècnia per a armadures i lluminàries.

En la **transmissió difusa**, el feix incident es difon pel mitjà, sortint del mateix en múltiples direccions, aquest mitjans s'anomenen "*translúcids*" i s'utilitzen en luminotècnia com difusors de llum, essent els més utilitzats els cristalls esmerilats i els vidres orgànics òpals.

En la **transmissió mixta**, es té una transmissió intermèdia, entre regular i difusa i s'obté amb els vidres orgànics i cristalls llaurats, no es distingeix amb precisió els objectes col·locats darrera d'ells, però sí el seu posicionament.

Els factors de reflexió, d'absorció i de transmissió, són sempre menors que la unitat. Es compleix el següent:

si: $\rho + \alpha + \tau = 1 \rightarrow$ el cos és transparent.

si: $\rho + \alpha = 1 \rightarrow$ el cos és opac, sols es produeix reflexió o absorció.

Aquests valors també es poden donar de forma decimal o en tant per cent.

MATERIAL	FACTOR DE REFLEXIÓ (ρ)	FACTOR D'ABSORCIÓ (α)	FACTOR DE TRANSMISSIÓ (τ)	OBSERVACIONS
Vidre opac negre	0,50	0,95	0	Reflexió dirigida
Vidre opac blanc	0,75 a 0,80	0,20 a 0,25	0	Reflexió difusa
Vidre transparent	0,08	0,02	0,90	Transmissió molt dirigida
Vidre desllustrat	0,06 a 0,55	0,04 a 0,08	0,63 a 0,89	Transmissió escassament difusa
Vidre opalí blanc	0,30 a 0,55	0,04 a 0,08	0,36 a 0,66	Transmissió difusa
Vidre opalí no groc	0,25 a 0,30	0,55 a 0,58	0,12 a 0,20	Transmissió difusa

Taula A.2. Factors de reflexió, absorció i transmissió de diferents materials.

A.2.4.- Refracció

És el canvi de direcció que experimenta una radiació quan passa d'un mitjà a un altre amb diferent índex de refracció, degut a la variació que sofreix la velocitat de propagació de l'ona, d'un mitjà a l'altre.

La velocitat de la llum en un medi disminueix a mida que augmenta l'índex de refracció del mitjà. La refracció es regeix per les Lleis de Snell, que són les següents:

- Primera llei: "La raó del sinus de l'angle d'incidència al sinus de l'angle de refracció, és una constant, que depèn dels dos mitjans pertinent i de la longitud d'ona de la llum pertinent".

$$n_1 \cdot \sin(\alpha_1) = n_2 \cdot \sin(\alpha_2)$$

on:

n_1 = Índex de refracció del primer medi.

n_2 = Índex de refracció del segon medi.

α_1 = Angle d'incidència.

α_2 = Angle de refracció.

- **Segona llei:** "L'angle incident, l'angle reflectit i la normal es troben en el mateix pla".

$$n_1 \cdot \sin \alpha_1 = n_2 \cdot \sin \alpha_2 \Rightarrow \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{n_2}{n_1} = n$$

on:

n_1 = Índex de refracció del primer medi. (Quan és aire $n_1 = 1$).

n_2 = Índex de refracció del segon medi.

α_1 = Angle d'incidència.

α_2 = Angle de refracció.

La següent figura A.7 explica aquestes lleis, on la distància "D" s'anomena desplaçament de la radiació.

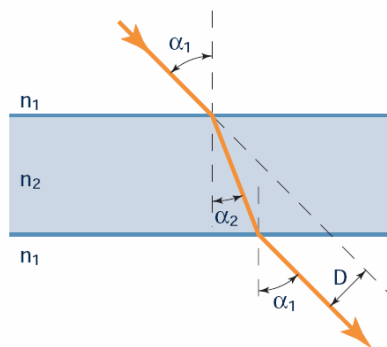


Fig. A.7. Refracció de la llum.

La distància D de la figura A.7 es coneix com desplaçament. Aquest desplaçament depèn de l'angle d'incidència i de l'índex de refracció. Quan el raig d'incidència és perpendicular a la superfície, la refracció i el desplaçament equivalen a zero.

La refracció varia segons la longitud d'ona. Les ones curtes (com la blava i la violeta) es transmeten més que les ones llargues (com les vermelles). Aquest fenomen s'utilitza per separar la llum blanca en els seus colors components travessant un prisma de refracció. El grau de separació del color, que depèn de l'angle d'incidència i de les propietats refractives del material del prisma, s'anomena *dispersió*.

En la taula A.3 es donen alguns valors d'índex de refracció de diferent mitjans.

MATERIALS	ÍNDEX DE REFRACCIÓ
Aire	1
Aigua	1,33
Cristall	1,56 a 1,78
Vidre comú	1,50 a 1,54

Taula A.3. Índex de refracció d'alguns materials.

A.3.- FACTORS INVOLUCRATS EN LA VISTA

A.3.1.- Estructura de l'ull i sistema de visió.

En el fenomen que anomenem “visió” intervenen tres elements fonamentals, que són: la llum, l'ull i el cervell.

Podem dir que l'ull és “l'objectiu” que transporta les senyals que rep al cervell, per a què aquest les interpreti. L'ull ens comunica amb el medi que ens envolta i és capaç de tamisar tota la policromia del nostre entorn.

L'ull humà posseeix aproximadament 138 milions de sensors, que absorbeixen la llum reflectida per tots els objectes que ens envolten, si més no, ja hem comentat que l'ull és cec per a la majoria de longituds d'ona de les radiacions electromagnètiques i sols aquelles que hem anomenat com “llum visible” són capaces d'impressionar l'ull.

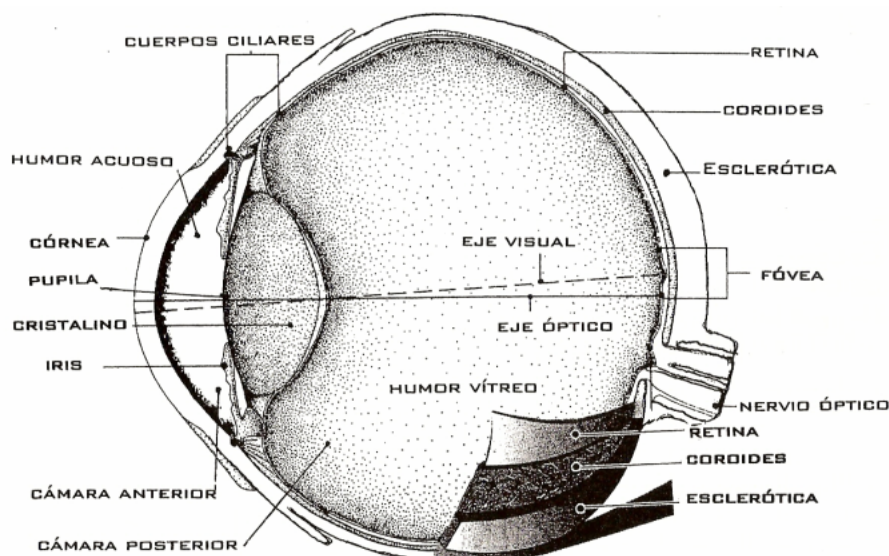


Fig. A.8. Constitució anatómica de l'ull humà.

El nivell d'il·luminació en qualsevol ambient i, per tant, l'enllumenat quan aquest sigui necessari, tindrà una incidència absoluta en la capacitat de visió de les persones que allí es trobin. La vista, és el sentit que fa possible la visió permetent, la percepció de certes característiques externes dels objectes com grandària, color, forma, distància, etc. L'òrgan de la vista és l'ull, l'estructura del qual i configuració fa que aquest pugui reaccionar davant diferents estímuls podent adaptar la seva resposta de forma eficient.

A.3.2.- Formació d'imatges

El camp visual de les persones està limitat per un angle d'uns 130° en sentit vertical i d'uns 180° en sentit horitzontal.

En el procés de la visió, les ones lluminoses passen a través de la còrnia, la pupila i el cristal·lí de l'ull i impacta en la retina, on existeix gran quantitat de

cèl·lules sensibles a la llum, de la mateixa forma que la llum passa a través del grup òptic d'una càmera fotogràfica i impacta en la pel·lícula o sensor. En la retina, capa a la qual arriben les terminacions nervioses del nervi òptic, es forma la imatge que és transmesa directament al cervell, aquest les analitza i les converteix en sensació visual (color).

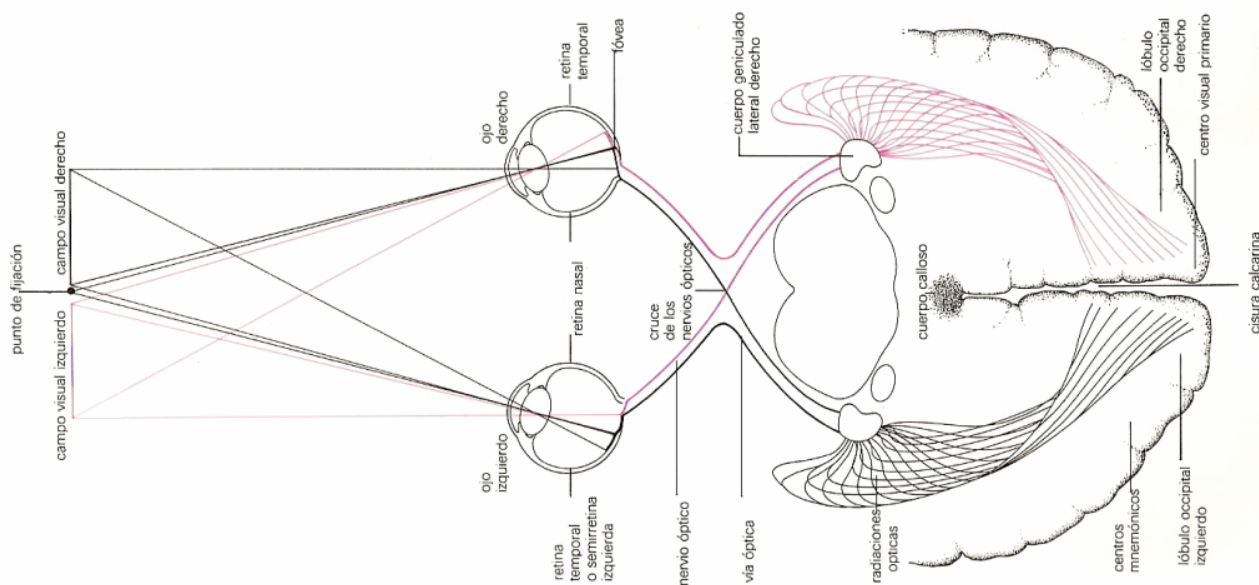


Fig. A.9. Esquema del recorregut dels impulsos visuals.

En la figura A.10 es mostra el funcionament òptic de l'ull humà i es compara amb el principi d'una càmera fotogràfica (taula A.4).

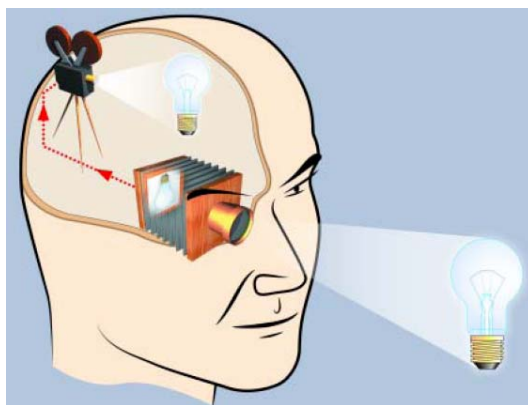


Fig. A.10. Formació de la imatge i la seva rectificació en el cervell.

Ull humà	Càmera fotogràfica
Cristal·lí (controla acomodació)	Objectiu (ajusta distància entre objectiu i pel·lícula)
Pupil·la (controla adaptació)	Diafragma – Obturador (adapta exposició i quantitat de llum)
Pigment del fotoreceptors	Emulsió de la pel·lícula
Retina (crea les imatges)	Pel·lícula (crea les imatges)

Taula A.4. Comparació del sistema de visió i la càmera fotogràfica.

A.3.3.- Sensibilitat de l'ull a les diferents radiacions lluminoses.

La sensibilitat de l'ull a les radiacions lluminoses és diferent per a cada longitud d'ona de l'espectre electromagnètic visible.

La resposta a l'espectre lluminós és el grau de sensibilitat experimentat per l'ull davant les diferents longituds d'ona de les radiacions incidents. En la pràctica, això es tradueix en la sensació de color percebuda. La major resposta està en el centre de l'espectre visible (regió groc - verd), mentre que la mínima resposta està en els extrems (regions violeta i vermella). Per aquesta raó, els objectes percebuts en les regions vermella i violeta, necessitaran ser il·luminats a més alt nivell que els quals es puguin percebre com grocs o verds.

Es pot representar gràficament sobre un eix de coordenades, es posa en les ordenades el percentatge de sensibilitat en tant per cent (%), considerant el màxim el 100% i en les abscisses els valors de les longituds d'ona de les radiacions de l'espectre visible. Si es suposa a totes les radiacions la mateixa energia s'obté la corba de la figura A.11, semblant a la campana de Gauss, on es pot observar que l'ull té la sensibilitat més gran en el centre de l'espectre, per la longitud d'ona de 555 nm que correspon al color groc-verdós i la mínima en els límits de l'espectre per a colors rojos i violeta.

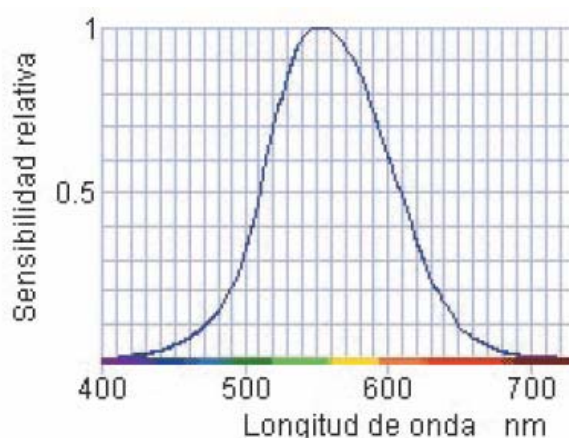


Fig. A.11. Corba de sensibilitat de l'ull humà.

A l'igual que en la fotografia, la quantitat de llum és important en la visió. Així en condicions de bona il·luminació (més de 3 cd/m²) com passa durant el dia, la visió és nítida, detallada i es distingeix molt bé els colors. És la **visió fotòpica** (visió de dia).

Per a nivells inferiors a $0,25 \text{ cd/m}^2$ desapareix la sensació de color i la visió és més sensible als tons blaus i a la intensitat de la llum. És l'anomenada **visió escotòpica** (*visió nocturna*).

En situacions intermèdies, la capacitat per a distingir els colors disminueix a mida que baixa la quantitat de llum passant d'una gran sensibilitat cap al groc a una cap al blau. És la **visió mesòpica**.

S'ha explicat que la màxima sensibilitat en la visió fotòpica es troba en els 555nm i en la visió escotòpica sobre els 480nm , essent la forma de les corbes pràcticament iguals per lo qual, segons la figura A.12 ambdós corbes es desplacen una de l'altra. La visió escotòpica es desplaça cap a la zona de les ones curtes. Aquest efecte s'anomena "Efecte Purkinje".

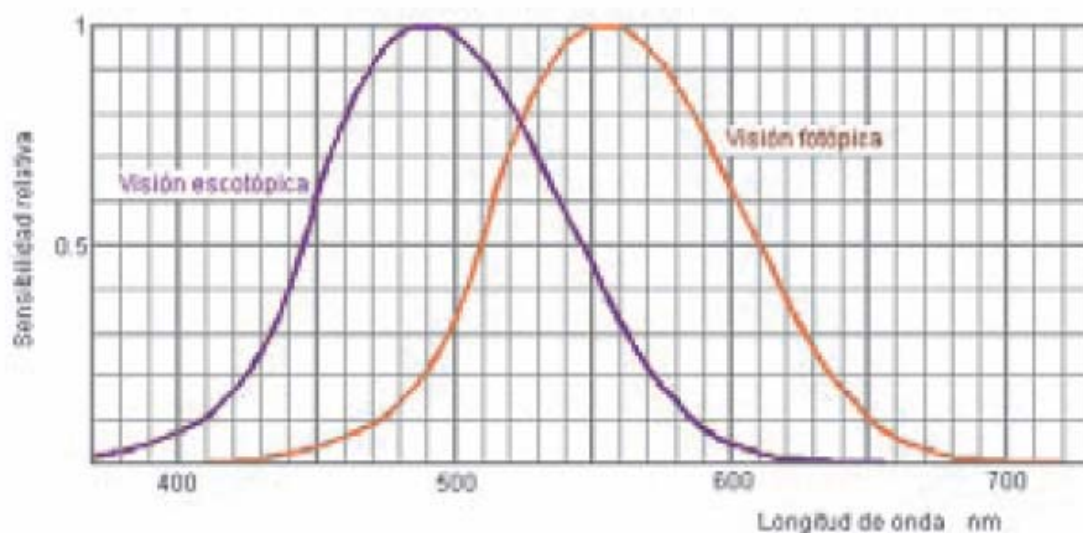


Fig. A.12. Efecte Purkinje

Qualsevol font de llum que emeti en valors propers al màxim de la visió diürna (555nm) tindrà un rendiment energètic òptim perquè produirà la màxima sensació lluminosa en l'ull amb el mínim de consum d'energia. Si més no, si la font no ofereix una bona reproducció cromàtica pot provocar resultats contraproductius.

A.3.4.- Propietats de l'ull

Per al bon funcionament de l'ull com instrument de visió, aquest ha de desenvolupar correctament les següents funcions: acomodament, adaptació i agudes visual.

A.3.4.1.-Acomodament

Capacitat d'enfocar un objecte sigui quina sigui la distància a la qual es trobi de l'observador. L'ull, aconsegueix aquesta capacitat mitjançant l'ajustament del cristal·lí per mitjà de la major o menor tensió dels músculs del iris, fent que augmenti la seva curvatura per a enfocar a curta distància o aplanant-la per a

objectes distants. Així mateix, en nivells d'il·luminació baixos, la musculatura òptica ajusta la curvatura a la recerca de focus amb la finalitat de que els objectes es vegin amb claredat. Els successius esforços de contracció - relaxació poden ser causa de fatiga, arribant a produir cefalees.

A.3.4.2.-Adaptació

És la *capacitat de l'ull d'ajustar-se a una àmplia varietat de nivells d'il·luminació* mitjançant la major o menor obertura de la pupil·la (de manera que aquesta es contreu en ambients de llum brillant o s'obre en condicions de penombra o fosc) així com mitjançant canvis fotoquímics que es produeixen en la retina. El procés adaptatiu és lent, especialment quan s'experimenta canvis bruscs en els nivells d'il·luminació.

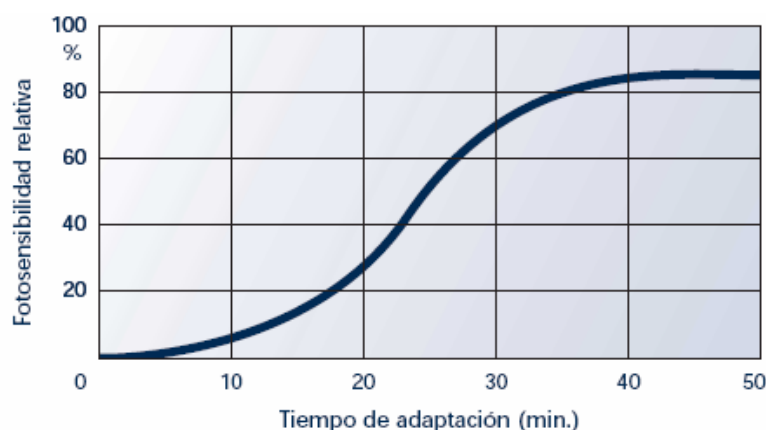


Fig. A.13. Corba de fotosensibilitat relativa de l'ull respecte al temps d'adaptació.



Fig. A.14. Corbes d'adaptació de l'ull a diferents nivells d'il·luminació.

A.3.4.3.-Agudesas visual

És la capacitat de l'ull per reconèixer i distingir amb precisió els objectes molt petits (mínim visible) o bé molt pròxims (mínim separable). S'admet que l'agudesas visual és l'inversa de l'angle en minuts definit pel mínim objecte visible:

$$Av = \frac{1}{\alpha}$$

L'agudes visual s'aconsegueix amb la visió nítida en distàncies curtes i quan la imatge es concentra en la zona de la retina, on està la fòvea central.

Aquesta capacitat de l'ull depèn de molts factors variables i també es veu disminuïda amb l'edat, degut a l'enduriment del cristal·lí.

A.3.5.- Factors que intervenen en la percepció visual.

Simultàniament, altres factors externs incidiran en la capacitat de visió essent deguts a les característiques de l'objecte que es visualitza.

A.3.5.1.- Grandària

Sent millor la visió de l'objecte com més gran sigui la seva grandària, o com més s'aproximi a l'ull. Un concepte relacionat és el de l'agudes visual.

A.3.5.2.- Lluentor

És la quantitat de llum reflectida per un objecte en l'adreça visual i depèn tant de la seva capacitat de reflexió com de la llum incident sobre el mateix. Els objectes clars tenen una major lluentor que els foscs, sent que aquests últims requereixen d'un major nivell d'il·luminació per a ser percebuts.

A.3.5.3.- Contrast

És la diferència entre la percepció d'un objecte i del seu entorn immediat. Com més gran sigui aquesta diferència (per exemple lletres negres sobre fons blanc) millor serà la percepció que es tingui de l'objecte.

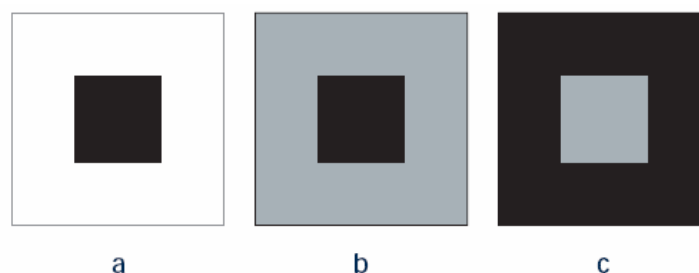


Fig. A.15. Exemple de contrast.

En la figura A.15 es pot comprovar que **a)** presenta un contrast fàcil de distingir, mentre que **b)** i **c)** ofereixen una dificultat major.

A.3.5.4.- Temps d'exposició i moviment

Com s'ha dit anteriorment, l'ull segueix el seu propi procés d'ajustament i d'adaptació, pel que com més gran és el temps que es dedica a l'observació de l'objecte, millor és la percepció del mateix. Tot això és especialment important en el cas d'objectes mòbils, quan un major nivell d'il·luminació millora el detall dels mateixos i dona la sensació que es mouen més lentament.

A.3.5.5.- Enlluernament.

Des de el punt de vista físic, és una pèrdua de la capacitat visual, degut a la visió d'un objecte o font amb excés de luminància, o com a conseqüència de contrast excessius en l'espai o en el temps.

Es poden definir dos tipus d'enlluernaments:

- **Molest:** que produeix una sensació desagradable (de tipus psicològic).
- **Pertorbador:** que pot arribar a impedir la visió (de tipus fisiològic).

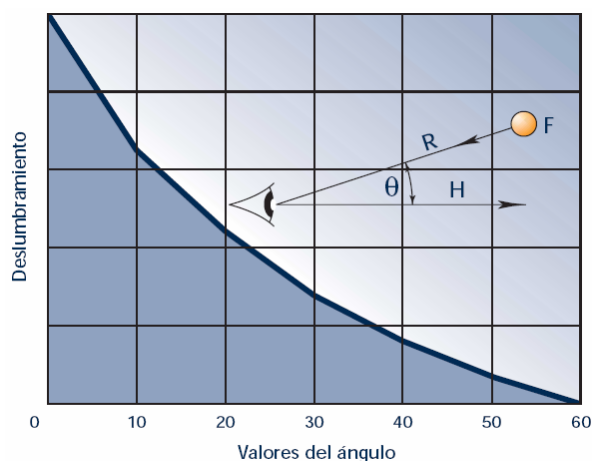


Fig. A.16. Enlluernament en funció de l'angle θ .

Les fonts lluminoses produeixen generalment enlluernament pertorbador, aquest és proporcional a la il·luminació produïda per la font de llum sobre la pupila de l'ull, proporcional al valor de la luminància del camp en el que es troba l'objecte o la font enlluernadora (els límits d'aquest valor es troba entre les 5.000 i 7.500 cd/m^2 , per sota d'aquest nivell no hi ha enlluernament). Així com un factor depenent de l'angle " θ ", que forma la línia recta "R" que uneix l'ull amb el focus "F" i el pla horitzontal "H" que passa per l'ull en posició de treball. Es pot apreciar en la figura A.16 i la distància entre el focus enlluernador i l'observador.

Existeix dos tipus d'enlluernament, el directe produït per fonts situades en el camp visual i el reflectit produït per imatges reflectides.

A.4.- EL COLOR I LA LLUM

A.4.1.- Naturalesa i concepte del color.

El color és una interpretació subjectiva psicofisiològica de l'espectre electromagnètic visible.

El color no és una propietat dels cossos, és una propietat de la llum. Les sensacions cromàtiques depenen de la composició espectral de la llum i també de les propietats d'absorció, reflexió i transmissió del cossos. Podem dir que distingim als objectes pel color assignat segons les seves propietats òptiques. El cervell interpreta com color d'un objecte el conjunt de sensacions monocromàtiques additives de la composició espectral de la llum amb que s'il·lumina i de les seves propietats òptiques.

Els objectes il·luminats ens apareixen de color quan emeten radiació visible, és a dir, "llum" cap a nosaltres, reflectint tota o part de la llum que reben. El cos que reflecteix tota la llum que rep és de color **blanc** i el que absorbeix tota la radiació que rep, és de color **negre**.

Va ser Newton el primer en descobrir la descomposició de la llum blanca en el conjunt de colors que formen l'arc de Sant Martí quan passa un feix de llum blanca a través d'un prisma, figura A.17.

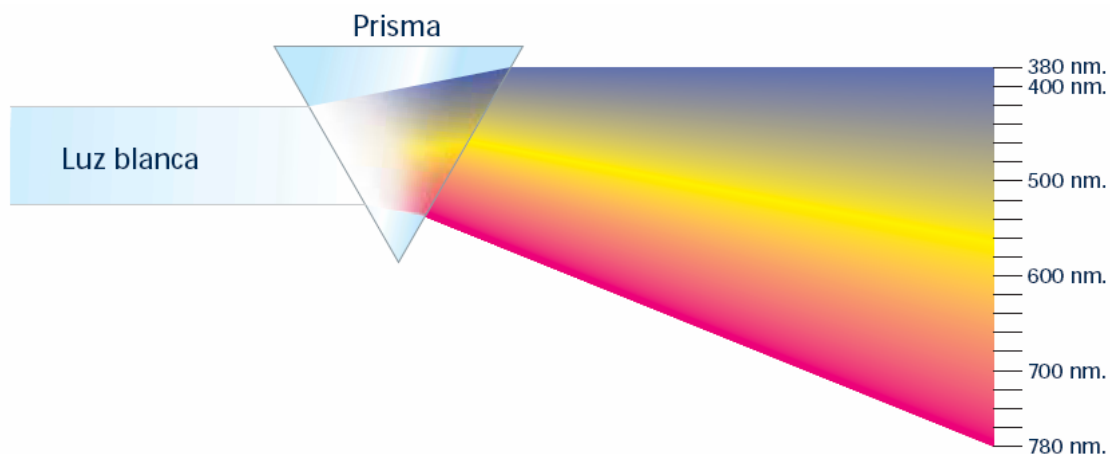


Figura A.17. Descomposició de la llum blanca en l'espectre de l'arc de Sant Martí.

A.4.2. -Sistema d'ordenació dels colors.

Hi ha aproximadament uns deu milions de colors que es detecten com a diferents, això fa que es tinguin que organitzar de forma lògica per tal de definir un color sense necessitat de disposar una mostra del mateix. Per aquest motiu s'han ideat els sòlids de color, els atlas de colors i els diagrames de color, en els que els colors queden definits per coordenades, per posició i per un atribut específic, segons els casos.

Els dos sistemes calorimètrics més utilitzats són el sistema Munsell i el sistema de la Comissió Internacional d'Il·luminació (CIE). A continuació s'analitzarà

breument el Diagrama Cromàtic CIE que és el més conegut i utilitzat a nivell internacional.

- **Diagrama cromàtic CIE:**

És un sistema derivat del mètode d'obtenció dels colors mitjançant barreges tricromàtiques que consisteix en la definició de qualsevol color mitjançant tres coordenades (x,y,z), anomenades "coordenades de cromacitat", corresponents a la luminància dels tres colors primaris d'una barreja additiva: (vermell 700nm), (verd 546nm) i (blau 436nm).

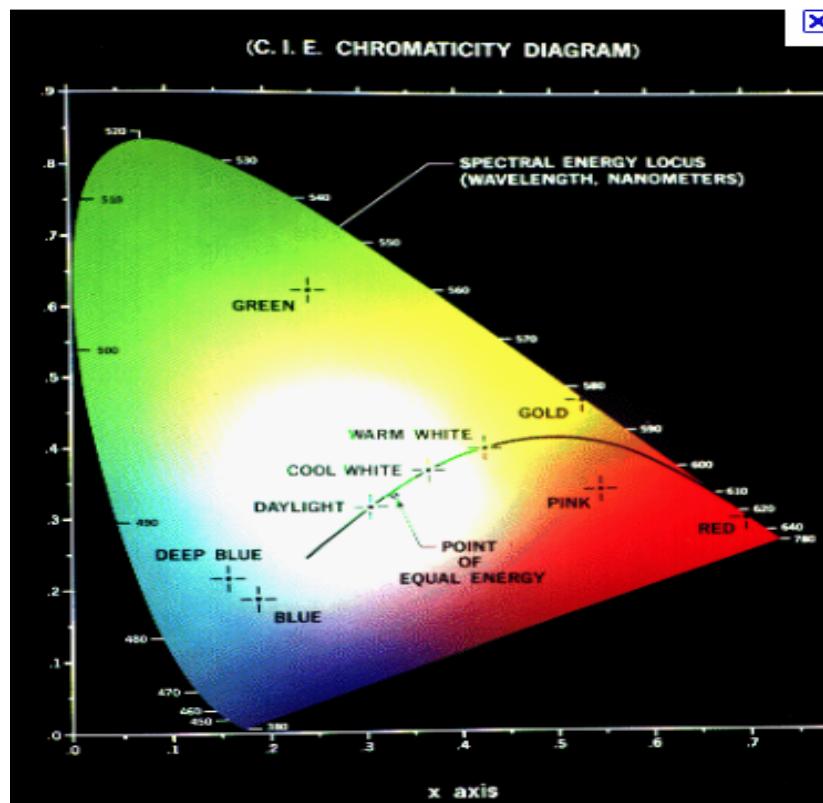


Figura A.18. Diagrama cromàtic CIE.

Forma el diagrama una part corba, que és el lloc geomètric de totes les radiacions monocromàtiques de l'espectre visible, des del vermell (780nm) fins al violeta (380nm) tancat per una recta anomenada **línia púrpura**. En la zona intermèdia es troba el **punt blanc** que coincideix amb la suma additiva de tots els colors de l'espectre. Per aquests, els valors (x,y,z) són iguals entre sí, valor 0,333.

Cada punt del diagrama equival a un color definit, es compleix que $x+y+z=1$ és per això que serà suficient amb dues coordenades (x,y) per a definir un color determinat.

Dos colors de la corba perimetral són complementaris si es poden unir per una línia recta que passi pel punt blanc. El número de colors complementaris són infinits.

L'interior del diagrama representa el color de radiacions en les quals es barregen, en diferents proporcions, diverses longituds d'ona. El punt d'energia neutre (*Point of Equal Energy*), representa el punt en el qual totes les radiacions entre el blau, verd i vermell tenen la mateixa intensitat (**blanc teòric**).

Pot veure's com el blanc de la llum natural (*daylight*), el blanc d'un llum fred (*cool white*) o el blanc d'un llum incandescent (*warm white*) difereixen sensiblement del blanc teòric.

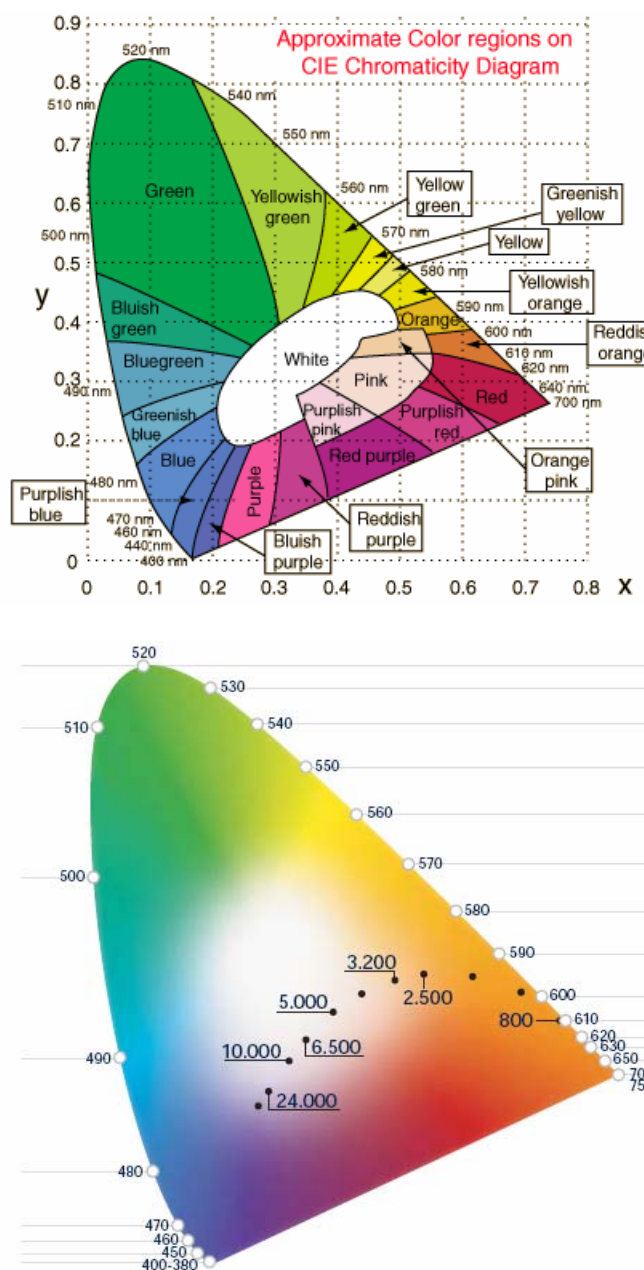


Fig. A.19. Regions de color en el Diagrama cromàtic CIE.

A.4.3.- Temperatura de color (Tc)

En el diagrama CIE de la figura A.19. s'ha dibuixat la corba que representa el color que emet el cos negre en funció de la seva temperatura. S'anomena *corba de temperatura de color del cos negre* T_c .

Es pot definir la temperatura de color d'una font de llum com: “*La temperatura absoluta (K) a la que el cos negre, emet una radiació lluminosa que impressiona l'ull amb un color, igual o similar al de la font analitzada*”. És l'expressió que s'utilitza per indicar el color d'una font de llum per comparació d'aquesta amb el color del cos negre, és a dir, del “*radiant perfecte teòric*”.

Com a qualsevol altre cos incandescent, el cos negre canvia de color a mesura que augmenta la seva temperatura, adquirint al principi el to d'un roig sense lluentor, per després arribar al roig clar, el taronja, el groc i finalment el blanc, el blanc blavós i el blau.

Les làmpades d'incandescència tenen una temperatura de color compresa entre els 2.700 i 3.200K°, segons el tipus, per lo que el seu punt de color queda determinat per les corresponents coordenades, és a dir, queda situat pràcticament sobre la corba del cos negre.

L'equivalència pràctica entre *aparença de color* i *temperatura de color*, s'estableix convencionalment segons la taula A.5.

Grup d'aparença de color	Aparença de color	Temperatura de color (K)
1	Càlida	Per sota de 3.300
2	Intermedi	De 3.300 a 5.300
3	fred	Per damunt de 5.300

Taula A.5. Equivalència entre aparença i temperatura de color.

A.4.4.- Índex de rendiment de color (IRC).

La temperatura de color és insuficient per definir la qualitat cromàtica d'una font de llum, ja que es refereix únicament al color de la llum, però no a la composició espectral. Dos fonts de llum poden tenir temperatures de color similars i la reproducció cromàtica ser molt diferent. La CIE introdueix un concepte anomenat “Índex del Rendiment del Color”, designat com **IRC** o també **R_a**, en el que es compara la reproducció cromàtica de la font de llum assajada amb una altra font “patró”, determinant les seves diferències en percentatges, on es considera el valor del 100% quan aquesta diferència és zero.

És important tenir en compte que la comparació de IRC entre làmpades es té que fer per a làmpades que tinguin una temperatura de color similar.

En la pràctica s'acostuma a utilitzar tres categories:

- **IRC entre 90 i 100:** Excel·lents propietats de reproducció cromàtica.
- **IRC entre 80 i 90:** Bones propietats de reproducció cromàtica.
- **IRC per sota de 80:** Les propietats de reproducció cromàtica es poden considerar com a moderades.

Tipus de làmpada	T _c (°K)	IRC
Incandescent normal	2.400 - 2.900	100
Incandescent halògena	3.100 - 3.200	100
Fluorescent diversos tipus	2.700 - 7.200	52 - 95
Vapor de mercuri alta pressió (VMAP)	4.000 - 5.000	40 - 60
Vapor de mercuri Halogenurs metàl·lics (VMHM)	4.000 - 6.000	70 - 90
Vapor de sodi alta pressió (VSAP)	1.900 - 2.200	25 - 70
Vapor de sodi baixa pressió (VSBAP)	1.800	1
De xènon	7.500	-----

Taula A.6. Índex de rendiment de color i temperatura de color de diverses làmpades.

A.5.- MAGNITUTS LLUMINOSES FONAMENTALS

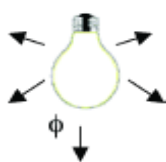
En aquest apartat es veuran les magnituds i unitats de mesura fonamentals utilitzades per valorar i comparar les qualitats i els efectes de les fonts lluminoses.

Les podem dividir en dos grups: les magnituds fotomètriques i les magnituds pròpies de l'objecte il·luminat.

A.5.1.- Magnituds fotomètriques

A.5.1.1.- Flux Iluminós

És la quantitat de llum radiada (Q) en totes les direccions per una font lluminosa (làmpada), durant la unitat de temps (t). És a dir, la quantitat de llum que pot percebre l'ésser humà per unitat de temps. El seu símbol lo és Φ i es mesura en lúmens (lm).



$$\Phi = \frac{Q}{t}$$

Fig. A.20. Flux Iluminós.

on:

Φ = Flux lluminós en lúmens (lm).

Q = Quantitat de llum radiada visible.

t = Temps que es manté aquesta radiació.

El **lumen** es defineix com el flux lluminós emès en un angle sòlid (un estereoradiant) per una deu puntual uniforme, que té una intensitat lluminosa d'una candela. També com unitat de potencia dient que és la quantitat de llum emesa, corresponent a 1/683 w emesos a la longitud d'ona de 5400 Å.

El flux lluminós es mesura en laboratori mitjançant un fotoelement ajustat segons la corba de la sensibilitat fotòpica de l'ull a les radiacions monocromàtiques, incorporat a una esfera buida que s'anomena "*Esfera d'Ulbricht*".



Figura A.21. Esfera d'Ulbricht.

A.5.1.2.- Intensitat lluminosa

És el flux lluminós (Φ) emès per una font en una determinada direcció i dins d'un determinat angle sòlid (ω) mesurat en estereoradiants (sr) que conté el flux lluminós. El seu símbol es I . La unitat d'intensitat lluminosa és la candela ($1\text{cd} = 1\text{lm} / 1\text{sr}$).

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \quad (\text{lm/sr})$$

on:

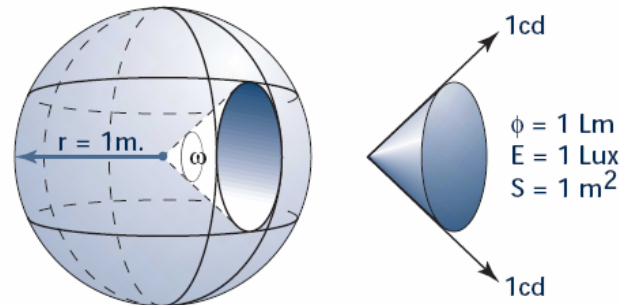
I = Intensitat lluminosa (lm/sr)

Φ = Flux lluminós en lúmens (lm)

ω = Angle sòlid

La **candela** es defineix com la intensitat lluminosa en una direcció donada d'una font que emet una radiació monocromàtica de freqüència 540×10^{12} Hz, essent la intensitat energètica en aquesta direcció d'1/683 w per estereoradiant.

L'**estereoradiant** es defineix com l'angle sòlid que correspon a un casquet esfèric de superfície igual al quadrat del radi de l'esfera. Figura A.22.



$$\omega \text{ (total)} = 4 \pi \text{ estereoradiants}$$

Fig. A.22. Angle sòlid.

A.5.1.3.- Luminància

És la intensitat lluminosa (I) per unitat de superfície aparent (projecció de la superfície real sobre el pla perpendicular a la direcció de la mirada), procedent d'una font de llum primària o secundària.

És una mesura de la llum que arriba als ulls procedent dels objectes i és la responsable d'excitar la retina provocant la visió. També es pot definir, com la porció d'intensitat lluminosa per unitat de superfície que es reflectida per la calçada en direcció a l'ull. Es representa per la lletra L i es mesura en candeles partit per m^2 (cd/m^2). La CIE ha acceptat anomenar **nit (nt)** a la unitat la candela partit per metre quadrat.

$$1nt = \frac{1cd}{1m^2}$$

La fórmula que l'expressa és la següent:

$$L = \frac{I}{S \cos \beta} \quad \text{on: } S \cdot \cos \beta = \text{Superfície aparent.}$$

La luminància és independent de la distància d'observació.

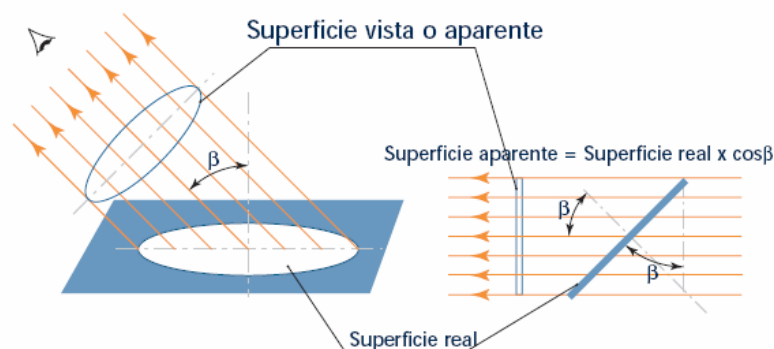


Figura A.23. Luminància d'una superfície.

A.5.1.4.- Flux energètic

S'anomena flux energètic d'una font radiant a la quantitat d'energia radiada per aquesta font en la unitat de temps.

Es representa per F_e i la unitat de mesura és el watt (**W**)

Aquesta magnitud no s'utilitza amb molta freqüència en luminotècnia, és per a transformar el flux lluminós en potència elèctrica, a l'hora de definir les línies elèctriques d'enllumenat.

A.5.1.5.- Quantitat de llum

És el producte del flux lluminós pel temps de la seva utilització. Es representa per Q i la unitat de mesura és el lumen per segon (**lm·s**).

Aquest concepte té molt poca aplicació pràctica.

A.5.1.6.- Excitància lluminosa

Referida a un punt de la superfície, és el quocient entre el flux lluminós que surt d'un element de la superfície que conté el punt considerat i l'àrea del element.

S'anomena M i la unitat és el lumen partit per metre quadrat (**lm/m²**).

$$M = \frac{\Phi}{A}$$

on:

M = Excitància lluminosa.

Φ = Flux lluminós en lúmens (lm).

A = Àrea element.

A.5.1.7.- Rendiment lluminós

El rendiment lluminós també es diu eficàcia lluminosa que defineix la rendibilitat de la font lluminosa. Relaciona la llum produïda amb l'energia elèctrica que es necessita per a produir-la.

És la relació entre el flux lluminós i l'energia consumida per a produir-lo. S'anomena per η i es mesura en lúmens partit per watt (**lm/w**).

A.5.2.- Magnituds pròpies de l'objecte il·luminat

A.5.2.1.- Nivell d'il·luminació

És la magnitud més important del objecte a il·luminar. És la quantitat de flux lluminós incident per unitat de superfície de l'objecte il·luminat.

S'anomena per la lletra **(E)** i la unitat de mesura és el lux **(lx)**.

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

on:

E = Il·luminació (lux).

Φ = Flux lluminós en lúmens (lm).

S = Superfície (m).

El **lux** és la unitat de mesura d'il·luminació. Es defineix com la il·luminació d'una superfície que rep un flux lluminós d'un lumen, uniformement repartit sobre un metre quadrat de la superfície.

$$1lx = \frac{1lm}{1m^2}$$

A.5.2.2.- Exposició lluminosa

És la densitat superficial de quantitat de llum rebuda, o també el producte de la il·luminació per la seva durada.

El seu símbol és la lletra **H** i es mesura en lux per segon **(lx·s)**.

A.6.- PRINCIPIS FONAMENTALS

A.6.1.- Llei de l'inversa del quadrat de la distància.

En una superfície normal a la llum incident, separada una distància D de la mateixa, la il·luminació (E) és directament proporcional a la intensitat de la font de llum (I) i inversament proporcional al quadrat de la distància:

$$E = \frac{I}{d^2}$$

on:

E = Nivell d'il·luminació en lux (lx).

I = Intensitat de la font en candeles (cd)

D = Distància de la font de llum al pla receptor.

Es pot establir la següent relació:

$$E_1 d^2 = E_2 D^2 \qquad \frac{E_1}{E_2} = \frac{D^2}{d^2}$$

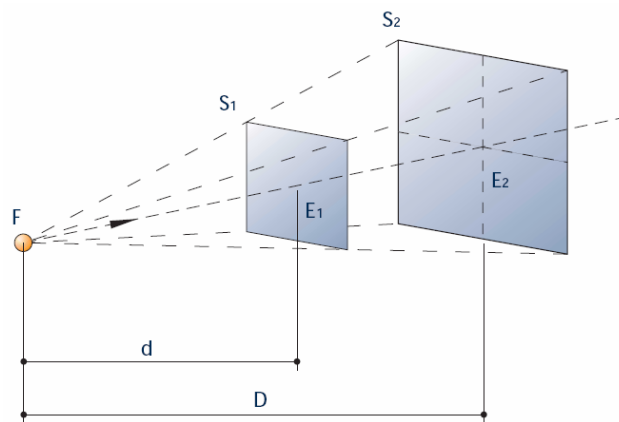


Fig. A.24. Distribució del flux lluminós sobre diferents superfícies.

A.6.2.- Llei del cosinus

Quan la superfície d'incidència no està situada perpendicularment en la direcció del raigs de llum, formant un determinat angle, la fórmula de la "*llei de l'inversa del quadrat de la distància*" s'ha de multiplicar pel cosinus de l'angle corresponent, expressió anomenada la "*llei del cosinus*".

$$E = \frac{I}{d^2} \cos \alpha \quad (\text{lx})$$

La il·luminació en un punt qualsevol d'una superfície és proporcional al cosinus de l'angle d'incidència dels raigs lluminosos en el punt il·luminat.

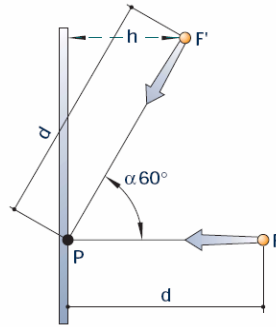


Fig. A.25. Il·luminació en un punt des de dues fonts de llum amb diferent angle d'incidència.

En la figura es representen dues fonts de llum **F** i **F'** amb la mateixa intensitat de llum (**I**) i a la distància **d** del punt **P**. La font **F** amb un angle d'incidència igual a zero graus i la **F'** amb un angle d'incidència de 60°.

La il·luminació seria:

$$E_F = \frac{I}{d^2} \quad E_{F'} = \frac{I}{d^2} \cos 60 = 0,5 \frac{I}{d^2}$$

Es pot comprovar que la il·luminació en el punt P procedent de les dues fonts per separat, és el 50% la de la font F' respecte a la font F, és a dir, que per aconseguir la mateixa il·luminació, la font F' tindria que tenir doble intensitat lluminosa.

A.6.3. - Llei de Lambert

Existeixen superfícies emissores o difusores, que a l'observar-les des de diferents angles es té la mateixa sensació de claredat. Aquestes superfícies se les anomena emissores o difusores perfectes.

Si L_0 és la luminància segons la normal i L_α la luminància segons l'angle d'observació α , es verifica que $L_\alpha = L_0$, per a qualsevol angle α .

$$L_0 = \frac{I_0}{S} \quad \text{i} \quad L_\alpha = \frac{I_\alpha}{S \cos \alpha} \quad \text{Es compleix} \quad I_\alpha = I_0 \cos \alpha$$

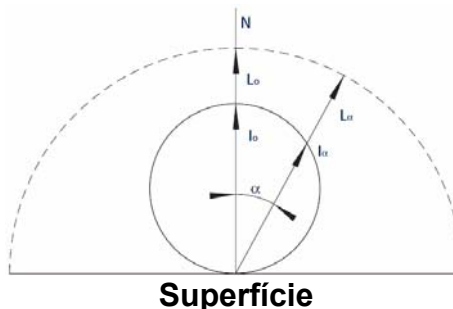


Fig. A.26. Invariabilitat de la luminància amb l'angle d'incidència.

A.7.- LLUMINÀRIES

La lluminària és el conjunt òptic que permet distribuir el flux lluminós generat per la làmpada, aconseguir una distribució de la il·luminació adequada a les necessitats del projecte, i controlar les possibles causes de molèstia a l'usuari, com l'enlluernament. Un excés de llum que provoqui enlluernament pot arribar a disminuir la visibilitat a límits que estiguin per sota dels que es tindrien sense cap tipus d'enllumenat.

Una lluminària ha de complir les funcions següents:

- Aprofitar al **màxim el flux** emès per la làmpada.
- Maximitzar la proporció de flux lluminós que incideix a la zona útil (**factor d'utilització elevat**).
- Evitar la dispersió de flux lluminós per sobre del pla horitzontal (**FHS reduït**).
- Conservar, al llarg del temps, les seves característiques de rendiment i distribució (**factor de conservació**).

A més del seu objectiu luminotècnic principal:

- Funció mecànica de suport i de protecció, enfront dels agents agressors externs, de la làmpada i del conjunt òptic.
- Funció elèctrica d'allotjar i de disposar l'aparellatge necessari perquè el sistema funcioni de manera fiable i segura.
- A més, cal assenyalar la funció estètica de la lluminària, tant en la vessant de l'aspecte i el disseny exterior del conjunt, com en les característiques de la il·luminació produïda.

En el mercat hi ha diversos tipus de lluminàries de potències, mides i dissenys molts diferents, l'elecció de les quals estarà condicionada per un seguit de criteris que van des dels merament estètics i de disseny fins als funcionals, d'eficiència i de durabilitat.

A.7.1.- Característiques energètiques

A.7.1.1.- Rendiment

Indica la relació entre el flux emès per la lluminària i el flux emès per la làmpada.

Tot el procés del control lluminós que realitza la lluminària comporta pèrdues per reflexió, absorció, etc., que determinen que el rendiment sigui sempre inferior a la unitat. Com més alt sigui el rendiment de la lluminària més elevada serà l'eficiència energètica del conjunt làmpada - lluminària.

Malaauradament, aquest índex encara no s'acostuma a posar en les característiques tècniques que apareixen en els catàlegs, per tant, és una informació que cal exigir directament a l'empresa.

A.7.1.2.- Distribució adequada

El flux emès per la lluminària no incideix totalment a la zona que cal il·luminar; en part es distribueix en àrees adjacents o en altres zones de l'espai, i no contribueix, per tant, a aconseguir els nivells d'il·luminació desitjats.

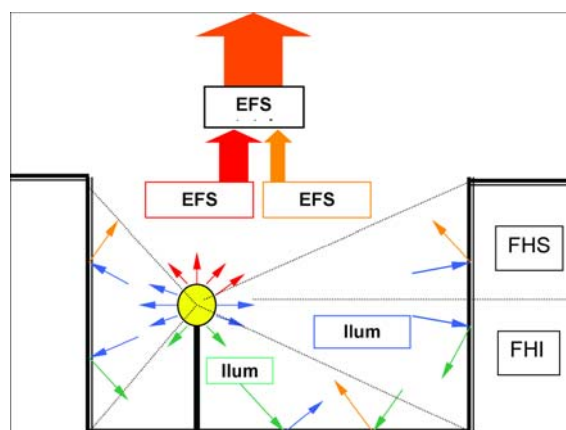


Fig. A.27. Distribució lumínica.

L'indicador d'eficiència lluminosa és el següent:

$$\text{factor d'utilització} = \frac{\text{flux útil}}{\text{flux emès per la làmpada}}$$

El càlcul d'aquest factor es pot fer mitjançant les corbes d'utilització, incloses generalment en la documentació fotomètrica de les diferents lluminàries. Depèn del rendiment de la lluminària, de la distribució lluminosa del conjunt làmpada - lluminària i de la geometria de la instal·lació.

Habitualment, les lluminàries d'enllumenat públic (excepte en la il·luminació de places, jardins, etc.) presenten una distribució àmplia en sentit transversal a la lluminària, per la qual cosa s'aconsegueix un bon aprofitament del flux lluminós al llarg de la calçada.

Això permet la instal·lació de menys punts de llum per obtenir el mateix nivell d'il·luminació, i, per tant, disminuir el cost i la potència total instal·lada. D'altra banda, també ajuda a mantenir una uniformitat més elevada.

Quan s'utilitzi el càlcul per luminància, el factor d'utilització ha de referir-se a aquest paràmetre i prendre en consideració les característiques de reflexió del paviment utilitzat, ja que la manera com el paviment reflecteix la llum que li arriba de les lluminàries afecta de manera decisiva els resultats finals d'il·luminació del vial.

Un altre punt important a l'hora d'aconseguir un bon rendiment de la lluminària és el FHS de la lluminària. El FHS (flux de l'hemisferi superior) ens quantifica la proporció de flux que va cap a l'hemisferi superior de la lluminària vers el total emès per aquesta. Es mesura en tant per cent de flux que va cap a l'hemisferi superior respecte del total.

Tot el flux que vagi a l'hemisferi superior no és aprofitat i, per tant, disminueix l'eficiència de la lluminària, a part de crear contaminació lumínica.

A.7.1.3.- Depreciació i envelliment

No n'hi ha prou amb una bona eficiència inicial, sinó que cal que aquesta es mantingui al llarg de la vida útil de la instal·lació. Els factors determinants de major importància pel que fa a la lluminària són els següents:

- Qualitat dels materials.
- Estanquitat del conjunt.
- Facilitat de manteniment.

Segons aquests paràmetres, les qualitats òptiques de la lluminària disminueixen al llarg de la vida per l'envelliment dels components i per la brutícia dels seus elements. Aquests aspectes es mesuren segons el grau IP d'estanquitat que indica la protecció contra el ingrés de cossos estranys, de pols i d'humitat, segons les normes UNE-EN-60598.

Malgrat que les condicions inicials de la lluminària siguin excel·lents, el manteniment adequat de les lluminàries implica una millor explotació de les instal·lacions.

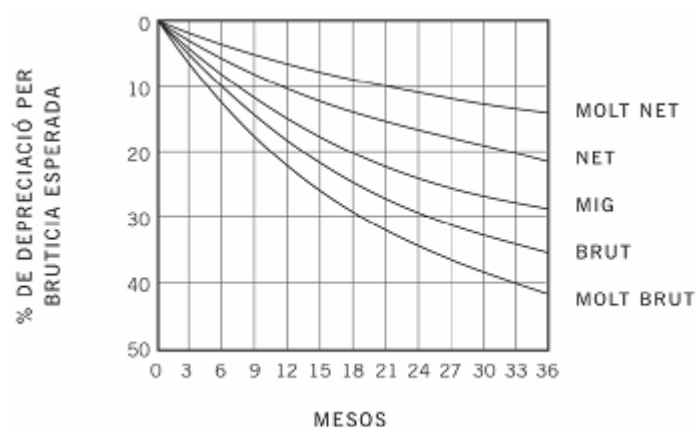


Fig. A.28. Corba de depreciaió de la lluminària al llarg del temps.

A.7.2.- Elements que componen les lluminàries

Entre altres, els elements bàsics que componen les lluminàries són:

- **L'armadura:** És la carcassa de la lluminària. En el seu interior s'integren els elements elèctrics, està fabricada amb material lleuger, resistent i durador (acer, alumini, materials plàstics, polímers o resines de polièster amb fibra de vidre).
- **El reflector:** És una superfície de tipus especular, que reflecteix el flux lluminós de la làmpada. Els reflectors es fabriquen en xapa d'acer esmaltat, alumini anoditzat. Segons la forma d'emetre la radiació lluminosa es classifiquen en: *simètrics o asimètrics, concentradors o dispersors, especular o no especular, fred o normal*.
- **Equip elèctric o electrònic:** Constituint per l'equip necessari per al correcte funcionament de la làmpada. La làmpada està adaptada per tal de poder allotjar en el seu interior aquests equips que són bàsicament les reactàncies o balasts (electrònics, electrònics d'alta freqüència, etc.), arrencadors, transformadors, cavadors, condensadors, etc. segons el tipus de lluminària i tipus de làmpada utilitzada.
- **Difusors:** Constitueixen el tancament de la lluminària per la part principal per on surt el flux lluminós, la seva missió és difondre la radiació per evitar enlluernaments. En les lluminàries d'enllumenat públic acostumen a ser de vidre trempat.
- **Filtres òptics:** S'acoblen en sintonia amb els difusors per potenciar les característiques de la radiació.

A.7.3.- Disposició de les lluminàries en la via

En els **trams rectes de vies amb una única calçada** existeixen tres disposicions bàsiques: unilateral, bilateral "tresbolillo" i bilateral "pareada". També és possible suspendre la lluminària d'un cable transversal però només s'usa en carrers molt estrets.

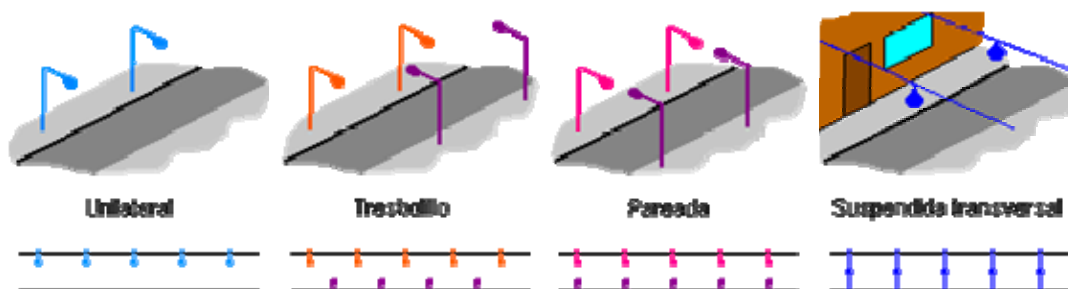


Fig. A.29. Disposició lluminàries en trams rectes.

La distribució unilateral es recomana si l'amplada de la via és menor que l'altura de muntatge de les lluminàries. La bilateral tresbolillo si està compresa entre 1 i 1,5 vegades l'altura de muntatge i la bilateral pareada si és major de 1,5.

	Relació entre l'amplada de la via i l'alçada de muntatge
Unilateral	$A/H < 1$
Tresbolillo	$1 \leq A/H \leq 1,5$
Pareada	$A/H > 1,5$
Suspensa	Carrers molt estrets

Taula A.7. Relació entre l'amplada i l'alçada de muntatge.

En el cas de **trams rectes de vies amb dues o més calçades** separades per una mitjana es poden col·locar les lluminàries sobre la mitjana o considerar les dues calçades de forma independent. Si la mitjana és estreta es poden col·locar fanals de doble braç que donen una bona orientació visual i tenen molts avantatges constructius i d'instal·lació per la seva simplicitat. Si la mitjana és molt ampla és preferible tractar les calçades de forma separada. Poden combinar-se els braços dobles amb la disposició al tresbolillo o aplicar il·luminació unilateral en cadascuna d'elles. En aquest últim cas és recomanable posar les lluminàries en el costat contrari a la mitjana perquè d'aquesta forma s'incita a l'usuari a circular pel carril de la dreta.

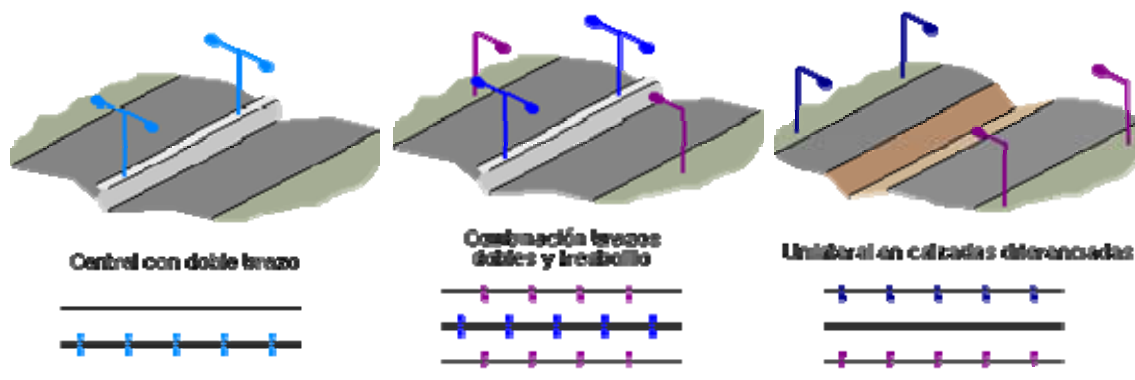


Fig. A.30. Disposició lluminàries en trams rectes de vies amb dues calçades.

En **trams corbs** s'ha de proporcionar una bona orientació visual i fer menor la separació entre les lluminàries quant menor sigui el radi de la corba. Si la curvatura és gran ($R > 300\text{m}$) es considerarà com un tram recte. Si és petita i l'amplada de la via és menor de 1,5 vegades l'altura de les lluminàries s'adoptarà una disposició unilateral pel costat exterior de la corba. En el cas contrari es recorre a una disposició bilateral pareada.

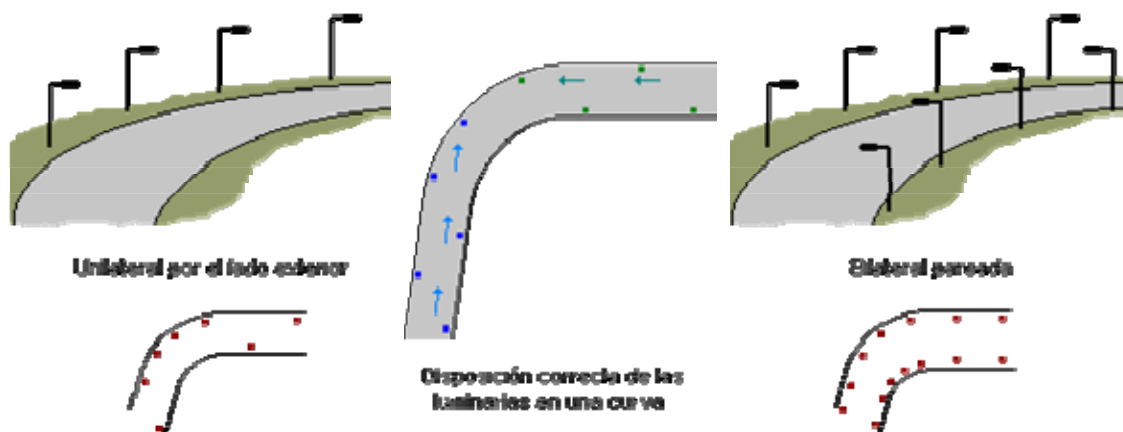


Fig. A.31. Disposició lluminàries en trams corbs.

En **creuaments** convé que el nivell d'il·luminació sigui superior al de les vies que conflueixen en ell per a millorar la visibilitat. Així mateix, és recomanable situar els fanals en el costat dret de la calçada i després de l'encreuament. Si té forma de "T" cal posar una lluminària al final del carrer que acaba. En les sortides d'autopistes convé col·locar llums de diferent color al de la via principal per a destacar-les. En creuaments i bifurcacions complicats és millor recórrer a il·luminació amb projectors situats en pals alts, més de 20m, ja que desorienta menys al conductor i proporciona una il·luminació agradable i uniforme.

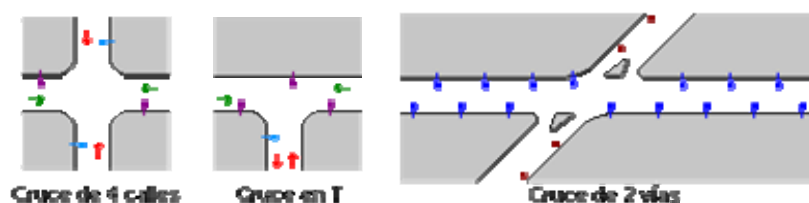


Fig. A.32. Disposició lluminàries en creuaments.

En les **places i gloriets** s'instal·laran lluminàries en el costat exterior d'aquestes perquè il·luminin els accessos i sortides. L'altura dels pals i el nivell d'il·luminació serà almenys igual a la del carrer més important que desembocchi en ella. A més, es posaran llums en les vies d'accés perquè els vehicles vegin als vianants que creuin quan abandonin la plaça. Si són petites i el terraplè central no és molt gran ni té vegetació es pot il·luminar amb un pal alt multibraç. En altres casos és millor situar les lluminàries en el costat del terraplè en les prolongacions dels carrers que desemboca en aquesta.

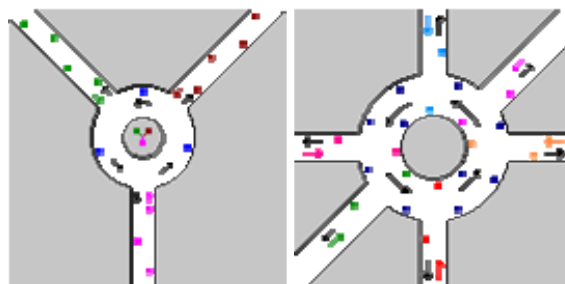


Fig. A.33. Disposició Il·luminàries en places i gloriets.

A.7.4.- Tipus bàsics de lluminàries

A.7.4.1.- Enllumenat de jardí

Són lluminàries per a petites alçades i potències, pensades per ser fixades a terra, a la paret o per ser encastades. Les podem trobar de diversos materials, xapa d'acer, alumini, polímer..., i la distribució de la llum s'acostuma a fer amb un refractor matisat que distribueix la llum uniformement i no enlluerna. La distribució fotomètrica és simètrica i se'n troben per a làmpades de descàrrega de potències petites, fluorescència compacta o fins i tot d'incandescència.

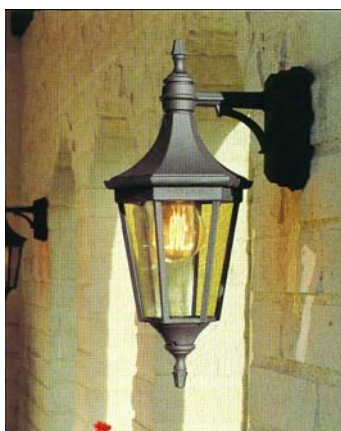


Fig. A.34. L·luminària de jardí

A.7.4.2.- L·luminàries clàssiques

Són lluminàries destinades principalment a il·luminar carrers, places de centres històrics o de noves zones que volen conservar un caire clàssic. La major part són dissenys del segle XIX o de principi del XX i que s'han mantingut amb més o menys modificacions al llarg dels anys. En els últims temps ha augmentat la demanda i les exigències tècniques que han de complir, és a dir, elevats graus de protecció, bones distribucions fotomètriques, fàcil accessibilitat i solidesa mecànica. Bàsicament es fan de fosa de ferro i d'alumini i de xapa d'acer, però també han començat a aparèixer lluminàries d'injecció d'alumini i de polímer. Les podem trobar en el mercat amb distribucions simètriques i asimètriques. El cost és sensiblement més alt que les de la resta de la gamma, a causa

principalment dels materials emprats i del redisseny interior total que han sofert algunes per poder complir totes les exigències tècniques sense variar-ne l'aspecte exterior.



Figura A.35. L·luminàries clàssiques

A.7.4.3.- Enllumenat viari

Són lluminàries pensades per il·luminar carreteres, carrers, camins i rotondes. Tenen una alta eficiència i bones distribucions fotomètriques. Les podem trobar de diversos materials (polímer, xapa d'acer, alumini d'injecció o de fosa per gravetat, etc.) i de diverses mides segons la potència. S'hi solen incorporar les prestacions més elevades tant de distribució fotomètrica com de grau d'estanquitat, robustesa mecànica, etc. Es poden fixar en diverses posicions per a bàcul o columna, amb diversos graus d'inclinació, i moltes admeten regulació de làmpada per tal d'obtenir el màxim rendiment segons la làmpada instal·lada. Les làmpades que acostumen a instal·lar-se són les de vapor de sodi i de mercuri i, en menor mesura, d'halogenurs metàl·lics.



Figura A.36. L·luminàries viaries

A.7.4.4.- Projectors

Molt utilitzades també en enllumenat públic per il·luminar places, rotondes, grans espais oberts i edificis singulars en els quals sigui necessari il·luminar zones concretes. S'acostumen a fer de polímer o d'alumini injectats o de xapa d'acer, i se'n poden trobar de moltes mides i formes.

També s'hi solen incorporar diversos tipus d'òptiques segons l'aplicació final. Així podem trobar quatre tipus bàsics d'òptiques:

- *Òptiques extensives*: Quan es vol aconseguir una il·luminació que cobreixi una àmplia àrea.
- *Òptiques intensives*: Quan es vol il·luminar una zona concreta.
- *Òptiques hiperintensives*: Quan tot el feix de llum es vol concentrar en un punt concret, per exemple, una estàtua al carrer.
- *Òptiques asimètriques*: Especials per il·luminar edificis en què es necessita que el feix escombri tota la façana i no es perdi llum en altres direccions.

Estan pensats per a diversos tipus de làmpada, tant de descàrrega com a làmpades de quars - iode.

A.7.5.- Criteris selecció

A.7.5.1.- Distribució fotomètrica

Expressa de forma gràfica, la forma i les direccions en les quals es distribueix la llum emesa per la làmpada.

Cada lluminària té com a principal característica una distribució fotomètrica que és pròpia i que ens proporciona informació de com la làmpada distribueix la llum emesa. Aquest és un criteri de vital importància, ja que, segons l'aplicació final, ens decidirem per un tipus de lluminària o l'altre. Així, per il·luminar carrers, triarem lluminàries que distribueixin la llum preferentment al llarg del carrer, i minimitzar, d'aquesta manera, el nombre de lluminàries que s'hagin d'instal·lar. En canvi, si volem col·locar lluminàries a places o llocs oberts, ens decidirem per lluminàries que distribueixin la llum uniformement en totes direccions.

Per tant, tot el conjunt de lluminàries es podria classificar, segons aquest criteri, en dos tipus:

- *Distribució simètrica*:

Són aquelles lluminàries que distribueixen la llum uniformement en totes les direccions.

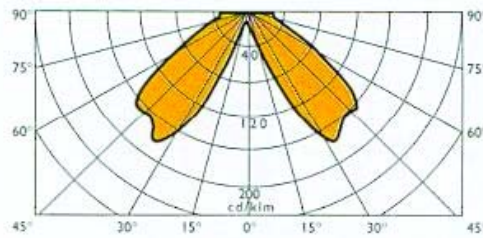


Fig. A.37. Distribució fotomètrica simètrica.

- **Distribució asimètrica:**

Són aquelles lluminàries que distribueixen la llum de diferent forma. Se seleccionaran segons l'aplicació final.

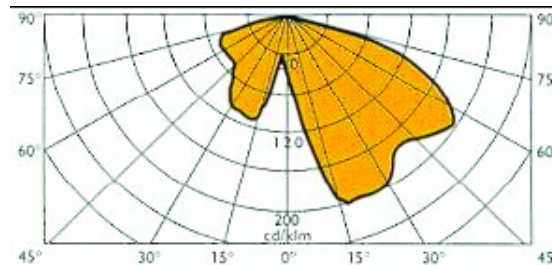


Fig. A.38. Distribució fotomètrica asimètrica

A.7.5.2.- Factor d'utilització

Una altra característica important de les lluminàries és el factor d'utilització, (FU) que ens indica els lúmens útils vers els emesos per la làmpada. Quant més alt és aquest factor més eficient és la lluminària. Això té una relació directa amb la forma d'aquesta i amb la distribució fotomètrica.

Un dels principals criteris a l'hora de dissenyar i de construir lluminàries és evitar l'emissió de llum per sobre del pla horitzontal, ja que no s'aprofita, per tant, cal tractar de garantir la màxima llum emesa per sota del pla horitzontal. La quantitat de llum emesa sobre el pla horitzontal respecte de la emesa per sota d'aquest pla és quantificada pel FHS (flux hemisferi superior), que és un valor percentual.

A.7.5.3.- Factor de conservació

Per tal que la lluminària conservi les seves característiques al llarg del temps, és essencial que el seu factor de conservació sigui el més alt possible. Perquè tingui un bon factor de conservació, la lluminària ha d'estar dissenyada i construïda amb les característiques següents:

- **Materials de qualitat:**

No tan sols la qualitat intrínseca dels materials ha de ser bona sinó que s'ha d'adaptar a les característiques específiques de l'aplicació. Per exemple, una lluminària amb components d'acer inoxidable d'alta qualitat seria la més adient

per il·luminar un passeig marítim i probablement amb un acer inoxidable amb menys prestacions seria més que suficient per a un altre tipus d'aplicació en ambients bastant menys corrosius.

- **Solidesa mecànica:**

A més a més ha de tenir una bona resistència mecànica (que està marcada per la tercera xifra del grau de protecció IP).

- **Facilitat de manteniment:**

Accessibilitat senzilla. S'ha de tenir en compte que accessibilitats aparentment senzilles quan la lluminària es troba a terra es converteixen en inaccessibilitats a diversos metres d'alçada. La facilitat del manteniment està condicionada tant pel disseny mateix de la lluminària com per la ubicació d'aquesta al carrer.

- **Estanquitat o grau de protecció IP:**









Tots els fabricants indiquen el grau d'estanquitat de la lluminària representat, be mitjançant símbols o per indicació directa de les xifres. El primer dígit ens indica la protecció de la lluminària contra la penetració de pols o cossos sòlids i el segon contra la penetració de l'aigua. Tal com hem dit abans, existeix un tercer dígit que ens diu la resistència mecànica de la lluminària, però no tots els fabricants la indiquen.

Igual que hem dit als materials, l'ideal és el màxim grau de protecció disponible, però la necessitat de protecció vindrà donada per l'aplicació particular.

Cal dir que moltes lluminàries que podem trobar en el mercat tenen dos graus de protecció declarats: un pel grup òptic i un altre per la resta de la lluminària.

El del grup òptic és més alt que el de la resta de la lluminària ja que constitueix la part més crítica i qualsevol alteració de la seva capacitat reflectora es tradueix en una alteració important de les característiques principals de la lluminària. Darrerament, alguns fabricants tenen lluminàries en el mercat amb un alt grau de protecció per a tota la lluminària.

En les taules següents podem veure el significat de les xifres IP i es mostren també els símbols equivalents. En l'enllumenat públic, els valors més freqüents que trobem de graus de protecció són IP43 i IP44, IP54, IP65 (els més freqüents són IP65 i IP54).

Primer a xifra	Grau de protecció contra pols	Símbol	Segona xifra	Grau de protecció contra líquida	Símbol
0	No protegit	No en té	0	No protegit	No en té
1	Protegit contra cossos sòlids > 50 mm.	No en té	1	Protegit contra el degoteig d'aigua o de condensació.	
2	Protegit contra cossos sòlids > 12 mm.	No en té	2	Protegit contra el degoteig d'aigua verticals amb una incidència màxima de 15° de l'envolupant.	No en té
3	Protegit contra cossos sòlids > 2,5 mm.	No en té	3	Protegit contra l'aigua en forma de pluja fina formant 60° amb la vertical com a màxim.	
4	Protegit contra cossos sòlids > 1 mm.	No en té	4	Protegit contra l'aigua en totes les direccions.	
5	Protegit contra cossos i la penetració de pols		5	Protegit contra dolls d'aigua en totes les direccions.	
6	Totalment estanc a la pols		6	Protegit contra forts dolls d'aigua en totes les direccions.	No en té
			7	Protegit contra immersió temporal d'aigua.	
			8	Protegit contra immersió continuada d'aigua.	

Taula A.8. Classificació EN-60598 grau de protecció pols i aigua.

Tercera xifra	Grau de protecció contra impacte	Símbol
0	No protegit	No en té
1	Protegit contra impactes de 0,225 J d'energia	No en té
3	Protegit contra impactes de 0,50 J d'energia	No en té
5	Protegit contra impactes de 2 J d'energia	No en té
7	Protegit contra impactes de 6 J d'energia	No en té
9	Protegit contra impactes de 20 J d'energia	No en té

Taula A.9. Classificació EN-60598 contra impactes mecànics.

A.7.5.4.- Protecció contra tensions de contacte

En la norma bàsica de lluminàries UNE-EN-60598 s'hi troben definits 4 tipus bàsics de protecció contra xocs elèctrics:

- Classe 0: Cap mitjà de protecció per presa de terra.
- Classe I: Protecció per presa de terra.
- Classe II: Protecció per aïllament suplementari; sense presa de terra.
- Classe III: Previst per alimentar amb una petita tensió de seguretat (PTS)

Per lluminàries d'enllumenat públic, bàsicament trobarem les classes I i II. Les lluminàries de classe 0 no estan permeses en l'enllumenat públic i les de classe III hi són molt poc freqüents. Les de classe II són les que darrerament, tot i el cost més elevat, tenen una acceptació més gran a causa de l'alt nivell de protecció.

A.7.5.5.- Criteris estètics

La lluminària s'ha de poder adaptar a l'entorn, seguint criteris paisatgístics o arquitectònics, d'harmonia amb els edificis i les construccions existents. Així, en un carrer o zona d'edificis clàssics o antics, serà més adient posar-hi una il·luminació aconseguida amb lluminàries clàssiques o, al contrari, en un complex d'edificis de disseny, serà més aconsellable utilitzar lluminàries que harmonitzin amb l'entorn.

A.8.- SISTEMES D'ENCESA I APAGADA

Els horaris de funcionament de les instal·lacions d'enllumenat públic han d'adaptar-se al cicle d'il·luminació natural (cicle astronòmic), per tal d'evitar períodes de penombra en què no estigui connectat l'enllumenat artificial i alhora que no hi hagi períodes amb una il·luminació natural suficient amb les instal·lacions enceses.

Aquest cicle astronòmic és variable al llarg de l'any i depèn del indret geogràfic en el qual es trobi la instal·lació. Per tant, els horaris d'encesa i d'apagada d'una instal·lació d'enllumenat públic hauran de ser variables al llarg de l'any, tenint en compte aquest cicle variable comentat anteriorment, així com els possibles canvis horaris fets en molts indrets geogràfics amb l'objectiu d'estalviar energia. A més, dins un mateix indret pot interessar fer algunes desviacions en els horaris d'encesa i d'apagada per solucionar casos puntuals, com llocs amb ombres molt acusades o carrers estrets i foscs.

Per aconseguir aquesta adaptació adequada dels cicles de funcionament per a l'enllumenat públic, hi ha diversos dispositius que permeten programar les maniobres segons les característiques específiques de cada ús.

A.8.1.- Cèl·lules fotoelèctriques

Són mecanismes que controlen l'encesa i l'apagada per variació del nivell de lluminositat ambiental. Cal que les cèl·lules siguin de qualitat i s'ha de preveure el manteniment, ja que hi ha una sèrie de factors que incideixen en el bon funcionament:

- Depreciació pròpia de la cèl·lula. Conduïx a prolongar els períodes d'encesa, ja que, en mesurar menys lluminositat, s'encenen abans i s'apaguen més tard de l'hora correcta.
- Condicions ambientals de brutícia i de contaminació fan que el dispositiu perdi sensibilitat a la llum, amb les mateixes conseqüències que el punt anterior.
- L'emplaçament ha de ser escollit adequadament per evitar influències lluminoses inadequades, com, per exemple, ombres d'arbres o influència dels llums dels vehicles que circulen, o fins i tot, la influència de l'enllumenat públic mateix.

Per aquestes raons, les cèl·lules fotoelèctriques requereixen una cura especial en la instal·lació, i un manteniment i una neteja ben planificats, a més d'assegurar-se d'utilitzar material de qualitat. Però, d'altra banda, si s'ha tingut en compte tot el que s'ha esmentat, s'adapten força bé a les diferents necessitats d'enllumenat.

A.8.2.- Relotges astronòmics

Generen les ordres de maniobra d'encesa i d'apagada a unes hores predeterminades. Actualment, aquests rellotges incorporen un programa informàtic que permet seguir d'una manera molt precisa el cicle astronòmic del sol al llarg de l'any, a partir de les dades de latitud i de longitud geogràfiques de la població.

Aquest sistema, a més de ser el sistema més fiable a l'hora d'ajustar al mínim necessari les hores de funcionament de l'enllumenat, no necessita pràcticament cap manteniment, ja que té una autonomia de funcionament de entre 12 i 25 anys gràcies a la incorporació de bateries especials. A més, alguns d'ells permeten comandar els equips de reducció de flux (dos nivells d'il·luminació).

L'inconvenient més gran que presenten és que no es pot variar l'encesa i l'apagada d'una instal·lació en produir-se variacions climatològiques que necessitin il·luminació a hores no programades. D'altra banda, el manteniment és mínim, la instal·lació no requereix atenció especial i permet ajustar de manera molt precisa l'encesa i l'apagada de les instal·lacions, amb l'estalvi associat que això comporta.

Pel que fa a la qüestió econòmica, hi ha cèl·lules fotoelèctriques de baixa qualitat a preus molt reduïts, però que tindran una ràpida depreciació a l'exterior, i produiran un augment del consum en la instal·lació. En canvi, si s'utilitzen cèl·lules fotoelèctriques de qualitat, els preus són semblants als dels rellotges astronòmics.

En general la substitució d'un sistema d'encesa deteriorat per un de qualitat en una instal·lació d'enllumenat públic té un període de retorn de la inversió curt, entre un i dos anys.

A.8.3.- Sistemes de regulació de flux lluminós

El nivell d'il·luminació necessari en una zona depèn de les seves condicions d'ús, generalment de la densitat d'ocupació o de trànsit. En molts casos, aquestes condicions varien intensament en diferents períodes, com per exemple, de la matinada al capvespre o del hivern a l'estiu. Si en els períodes de baixa exigència reduïm el nivell d'il·luminació al que és necessari per a les noves condicions, obtindrem un estalvi energètic, ja que la potència necessària serà inferior. De totes maneres aquesta regulació de funcionament no ha d'aplicar-se sense un estudi acurat de les possibles conseqüències, com ara el risc de delinqüència o de col·lisions.

En el cas de creure'n possible l'aplicació, els sistemes utilitzats són els següents:

A.8.3.1.- Apagada parcial

Es tracta de disminuir el nivell d'il·luminació desconnectant alguns punts de llum. És una forma bàsica de regular i té com a principal inconvenient que no fa disminuir el flux de forma uniforme sinó que, en apagar algunes làmpades, fa que es puguin crear zones obscures a la zona il·luminada. Per tal de disminuir aquest efecte, es poden instal·lar lluminàries amb dues làmpades i fer l'apagada parcial en una d'aquestes, però això incrementa el nombre de línies i per tant el cost.

Per tant, aquest sistema només s'aconsella en llocs en els quals els requeriments en la qualitat d'il·luminació siguin poc importants, com per exemple, carrers secundaris amb molt poca circulació, amb poc risc de delinqüència i en els quals la velocitat dels vehicles sigui molt baixa.

A.8.3.2.- Equips auxiliars de doble règim

Són dispositius que s'incorporen a la lluminària i que fan disminuir el flux que emet la làmpada a una hora predeterminada. Bàsicament són un relé que acompanya els equips habituals i que presenten dos formats diferents:

- Relé amb un contacte auxiliar per ser comandat.

- Relé amb un temporitzador que és programat i no cal ser comandat.

Per tal d'optimitzar la correcció del factor de potència, s'hi poden incorporar dos condensadors per corregir-lo en les diferents condicions de funcionament.

És un sistema molt més adient perquè no apaga cap part de la instal·lació, sinó que redueix el flux lluminós emès per aquesta, conservant la uniformitat d'il·luminació, sense crear ombres ni zones obscures, i millora la qualitat del servei d'enllumenat.

Aquests equips s'instal·len en el punt de llum i no en el quadre.

A.8.3.3.- Reguladors - estabilitzadors en capçalera

Els reguladors de flux en capçalera de línia són equips que permeten regular la tensió de tota la línia de subministrament de les làmpades. Per tant, actuen sobre tota la instal·lació (no punt per punt), generalment per variació de la tensió de subministrament mitjançant transformadors estàtics o dinàmics.

Aquests aparells tenen dues funcions ben diferenciades:

- Mantenir estable la tensió i reduir notablement les sobretensions que envelleixen prematurament les làmpades i que fan que augmenti el consum d'energia.

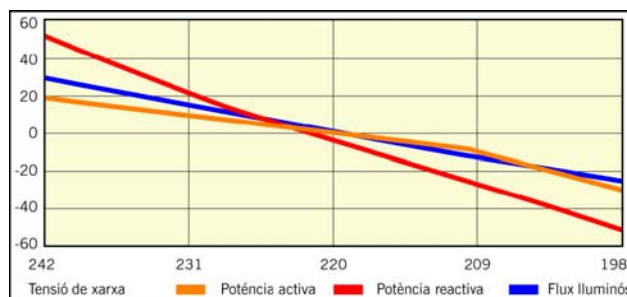


Fig. A.39. Efectes de les variacions de les tensions de xarxa.

- Reduir la tensió en les hores que es cregui convenient segons les demandes de llum de cada cas.

Aquests sistemes són més rendibles en instal·lacions amb làmpades de vapor de sodi que no de vapor de mercuri, ja que la tensió es pot reduir més i per tant maximitzar els guanys.

En la figura A.40 es representa el comportament de l'equip en els diferents horaris.



Figura A.40. Tensió rebuda per les làmpades a les diferents hores del dia

Aquests equips, igual que els anteriors de regulació de flux, fan treballar les làmpades fora de les seves condicions nominals i aleshores cal tenir en compte el següent:

- Cal reduir la tensió de manera lenta per evitar que les làmpades s'apaguin.
- En línies amb seccions ajustades o en làmpades que es troben en el període final de vida, poden generar problemes d'estabilitat de funcionament.

Son sistemes més cars que els anteriors i impliquen un canvi en el quadre de comandament de la instal·lació. És més aconsellable la instal·lació d'aquest sistema en instal·lacions de potències per sobre els 15 kW, ja que el seu elevat cost fa que sigui més rendible amb potències grans en què els estalvis seran més elevats, cosa que permet un retorn de la inversió més ràpid.

A.8.4.- Sistemes de gestió centralitzada

L'enllumenat públic és un servei urbà que per la seva mateixa naturalesa, presenta unes característiques de descentralització molt acusades. La de l'enllumenat públic és estendre's per tota l'àrea urbana en un nombre relativament elevat d'unitats que per condicionaments tècnics, controlen àrees limitades (escomeses).

Aquesta característica de descentralització, juntament amb l'horari nocturn de funcionament i la dinàmica natural d'evolució, conflueixen a dificultar la gestió i el control de l'explotació de les instal·lacions.

Les tecnologies modernes de captació, de tractament i de transmissió de la informació permeten configurar sistemes que solucionen aquestes dificultats i permeten arribar a una gestió unificada de les instal·lacions, centralitzen en un o pocs punts, pràcticament a temps real, tota la informació relativa a l'estat i al funcionament de l'enllumenat.

En ple desenvolupament actual, aquests sistemes de gestió de l'enllumenat públic presenten graus de complexitat i de sofisticació molt variables.

Encara que actualment el cost és elevat, a causa sobretot del sistema de comunicació entre les unitats d'escomesa i la unitat central, es limita en general l'aplicació en instal·lacions de grans dimensions i elevades exigències. S'observa una evolució en el camp de les telecomunicacions que fa preveure'n una gran difusió en el futur com a mètode capaç d'optimitzar l'adaptació del consum energètic de les instal·lacions a l'evolució de les demandes reals d'il·luminació.

En el cas de l'enllumenat públic, aquests sistemes consten dels components següents: unitats de punt de llum i unitats d'escomesa.

A.8.4.1.- Unitats de punt de llum

És una unitat de control de la làmpada instal·lada al peu del bàcul de cada punt de llum. Consisteix en una placa amb un circuit electrònic que permet identificar de manera individualitzada el punt de llum.

Aquest element memoritza l'estat de funcionament de la làmpada i transmet aquesta informació diàriament al nivell superior, la unitat d'escomesa. Per a la comunicació utilitza els mateixos cables de potència. Malgrat que arribar a un nivell de control de cada punt de llum per separat és evidentment un gran avantatge tant des del punt de vista del manteniment com de la gestió i l'explotació de la instal·lació, aquestes unitats de punt de llum encareixen sensiblement la inversió que cal realitzar, i en moltes instal·lacions els resultats obtinguts amb un sistema de gestió que només arribi al nivell d'unitat d'escomesa ja són molt satisfactoris. Per tant, cal estudiar-ne la viabilitat abans d'implantar el sistema de gestió per avaluar quin serà el nivell d'actuació que se li vol donar i quin serà més rendible.

A.8.4.2.- Unitats d'escomesa

Aquestes unitats, situades a cada quadre de maniobra, permeten el següent:

- Accionar els dispositius d'encesa i d'apagada.
- Maniobrar els sistemes de regulació del flux.
- Llegir i registrar els paràmetres elèctrics (tensió, intensitat i factor de potència) per tal de:
 - Garantir l'actuació de les maniobres.
 - Detectar avaries.
 - Registrar horaris i característiques de funcionament.
 - Ordenar els protocols de comunicació.

- Controlar el funcionament.

Aquesta unitat té un microprocessador responsable de la seva actuació lògica interna, el qual conté els elements següents:

- Programes d'accionament.
- Programes de mesures.
- Càlcul de variables no mesurades directament.
- Acumulació periòdica d'informació.
- Detecció d'alarmes.
- Ordres de comunicació.
- D'altres.

Amb tot això, aquest element s'encarrega de supervisar les magnituds elèctriques del sector d'enllumenat que està connectat al quadre, tant pel que fa a les tensions de subministrament de les companyies com pel que fa a les intensitats, els factors de potència i les potències actives i reactives consumides per la instal·lació. La desviació de qualsevol d'aquests paràmetres, fora d'un interval de valors predeterminat o l'obertura no programada del quadre, generen senyals d'alarma.

Aquest nivell es comunica amb el nivell inferior, unitats de punt de llum, per mitjà dels mateixos cables de potència, i amb el nivell superior, unitat d'escomesa, per mitjà d'un sistema de comunicació. Aquest sistema de comunicació és un dels punts econòmicament més costosos de la implantació d'un sistema de gestió centralitzada. Es comenten a continuació els sistemes que hi ha actualment, però, degut a la ràpida evolució dels sistemes de telecomunicacions, el ventall de possibilitat pot créixer en poc temps.

Actualment, els sistemes de comunicació més utilitzats són els següents:

- Via ràdio:

Aquest sistema requereix una inversió inicial important i a més, cal demanar un permís especial per utilitzar la freqüència de ràdio en la qual es farà la comunicació. Com avantatges, té que a part de la inversió inicial no hi haurà costs per a la comunicació ni tampoc costs d'instal·lació de cables o de xarxes de comunicació. El mateix equip de ràdio pot servir per a altres funcions, com brigada de manteniment, etc.

- Via línia de telèfon commutada:

La inversió inicial és poca, en canvi, hi ha uns costos de comunicació cada cop que es connecta la unitat central a una unitat d'escomesa. Malgrat que la transmissió de dades entre les dues unitats no sol durar més d'un parell de minuts i a més, és una trucada local, en el cas que hi hagi moltes unitats d'escomeses en el sistema el cost es multiplica ràpidament.

- Xarxa pròpia:

Hi ha municipis que han optat per instal·lar la seva pròpia xarxa de comunicacions. Evidentment, és el sistema més fiable i també sense costos de comunicació. Però també és el sistema que requereix una inversió i una planificació més importants.

- Recollida manual de dades:

Aquest sistema consta d'una targeta informàtica en què l'operari pot introduir periòdicament les dades emmagatzemades en la unitat d'escomesa per introduir-les més tard en la unitat central, on seran analitzades. Aquest sistema té l'avantatge del preu reduït, però no ens permet tenir la informació en temps real. Malgrat tot, en municipis amb poques escomeses pot ser interessant.

- Unitat central:

La unitat central generalment està situada en la dependència dels serveis municipals responsables de l'enllumenat públic. És constituïda per un ordinador, que pot ser un PC normal, amb un programari que ens permeti el següent:

- Programar les unitats d'escomesa.
- Donar ordres d'actuació generals o singulars.
- Consultar dades i paràmetres.
- Rebre i registrar alarmes.
- Rebre i registrar dades de funcionament.
- Dur a terme processos estadístics.

Una de les funcions més importants de la unitat central és elaborar i presentar la informació rebuda. El programa d'ordinador classifica i presenta aquesta informació d'una manera còmoda per utilitzar-la i detectar mals funcionaments, consums excessius o, fins i tot, per preveure despeses i fer pressuposts.

La informació emmagatzemada en la base de dades ens permetrà, a part de fer-ne una anàlisi, dur a terme possibles estudis de simulació i de facturació, sempre que disposem del programari adequat.

Per tant, el sistema de gestió centralitzada no solament permet adequar les demandes i el consum, sinó, a més, fer un registre i un control que afecti tant la qualitat del servei d'enllumenat com la gestió de l'energia consumida.

Els principals avantatges d'un sistema de gestió se centren a reduir els costos de manteniment i el consum energètic.

A.9.- FONTS DE LLUM.

Les fonts de llum (làmpades) produeixen la llum de diferents formes:

- Escalfant cossos sòlids fins a arribar al seu grau d'incandescència (fonament dels llums incandescents).
- Provocant una descàrrega elèctrica en l'interior el sinus d'un gas.
- Provocant una descàrrega en un cos sòlid (LED).

A.9.1.- Característiques de la làmpada

Les característiques d'interès per estudiar els diferents tipus de làmpades són les següents:

- ***Vida útil:***

Hores de funcionament durant les quals la font de llum manté unes característiques adequades d'emissió segons la seva depreciació i la seva mortalitat. Assenyala el període aconsellable de reemplaçament de la làmpada per a un manteniment preventiu. Les xifres que es donen són orientatives, ja que per fer l'estudi detallat d'aquest període òptim de reposició caldria tenir en compte, en cada cas, el preu dels materials i de la mà d'obra així com el preu de l'energia.

- ***Depreciació:***

Disminució del flux lluminós al llarg de la vida de la font per desgast i degradació dels seus components.

Ja que les prestacions i els nivells establerts corresponen a valors en servei, el nivell d'il·luminació inicial (la potència elèctrica de la instal·lació) ha d'incrementar-se en un percentatge equivalent a la depreciació prevista. Convé, per tant, que la depreciació sigui tan reduïda com sigui possible.

- **Mortalitat:**

Percentatge de làmpades que deixen de funcionar en un període determinat. Atès que les vides individuals solen ser diferents en un lot complet de làmpades, és usual expressar-lo d'acord amb corbes. El període corresponent a una mortalitat del 50% de làmpades del lot s'anomena vida mitjana.

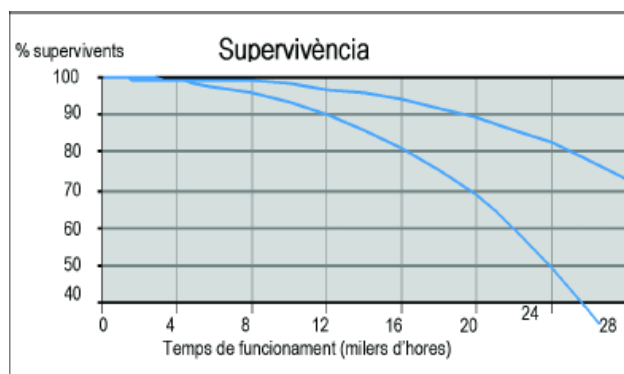


Fig. A.41. Supervivència de la làmpada

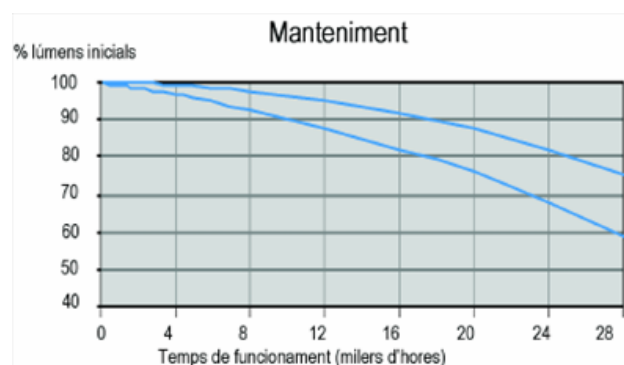


Fig. A.42. Manteniment de la làmpada

- **Color:**

Defineix les característiques cromàtiques de la llum emesa per la font. Es consideren els tres atributs següents:

- To : Color bàsic de la llum emesa (blanc, groc, etc.).
- Temperatura de color: Grau de calidesa o de fredor de la llum emesa. S'expressa en graus Kelvin (K), amb la particularitat que com més elevada és la temperatura de color més freda és la sensació de la llum emesa. La temperatura de color d'una font lluminosa és la temperatura a la qual ha d'estar un cos negre per emetre el mateix color que la font. Per tant, com més blanca (freda) és la llum més alta és la temperatura de color, mentre que si la llum és càlida (cap al color vermell), la temperatura serà més baixa.

- **Reproducció de color (IRC o Ra):** Capacitat per reproduir amb fidelitat els colors dels objectes il·luminats. S'expressa amb l'índex de reproducció cromàtica Ra, amb valors de 0 a 100, en què el 100 és el grau màxim de reproducció dels colors. Segons la norma DIN 5035, es defineix una graduació esglaonada de l'índex de reproducció cromàtica.

- ***Dimensions de l'emissor de llum:***

Com més petites siguin les dimensions de l'emissor de llum (filament, tub de descàrrega, etc.) més gran serà el rendiment que s'obté en la distribució de llum per la lluminària, ja que el control del feix podrà ser més exacte. Dit d'una altra manera, l'eficiència lluminosa que s'obté serà més gran:

$$\text{Eficiència lluminosa} = \frac{\text{lúmens útils (incidentes en la zona)}}{\text{lúmens totals emesos per la làmpada}}$$

L'eficiència lluminosa no depèn únicament de la làmpada, sinó del conjunt làmpada/lluminària/geometria, que determinarà el factor d'utilització de la instal·lació.

- ***Condicions de funcionament:***

Algunes fonts de llum tenen condicions particulars de funcionament (sensibilitat a la temperatura, limitació de posició, etc.) que poden influir a l'hora d'utilitzar-les específicament.

A.9.2.- Tipologia de làmpades

Actualment existeixen diferents tipus de fonts de llum, l'elecció d'un tipus o un altre depèn de les necessitats concretes de cada aplicació. A continuació es descriuen els diferents tipus de llums:

- Làmpades incandescentes.
- Làmpades de descàrrega.
- Làmpades d'inducció.
- Tecnologia LED

D'acord amb les característiques pròpies de l'enllumenat públic (llarga utilització, servei exterior, etc.), els tipus de làmpades utilitzats amb més freqüència són les làmpades de descàrrega.

A.9.2.1.- Làmpades d'incandescència

La producció de llum en aquest tipus de làmpades es produeix pel pas d'un corrent a través d'un filament que provoca un augment de la temperatura d'aquest fins a la incandescència, la qual cosa fa que emeti llum.

Tots els cossos calents emeten energia en forma de radiació electromagnètica. Mentre més alta sigui la seva temperatura major serà l'energia emesa i la porció de l'espectre electromagnètic ocupat per les radiacions emeses. Si el cos passa la temperatura d'incandescència una bona part d'aquestes radiacions cauran en la zona visible de l'espectre i obtindrem llum.

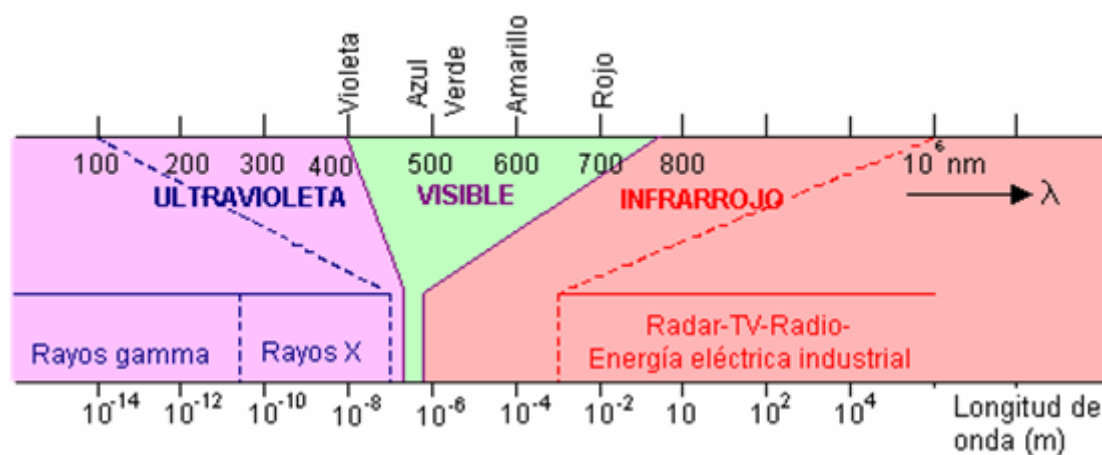


Fig. A.43. Espectre electromagnètic

Aquestes fonts de llum són tradicionalment les més conegudes i les més antigues, no obstant, des dels seus orígens han anat aprofitant tots els avenços tecnològics que s'han produït en el seu camp. En l'actualitat, normalment són utilitzades en la il·luminació d'interiors, ja que en l'enllumenat públic gairebé no s'utilitzen a causa de la seva baixa eficàcia i de la poca vida que tenen, encara es poden trobar algunes zones (sobretot rurals) amb aquest tipus d'enllumenat.

S'ha de tenir en compte que la llum que emet una làmpada incandescent va sempre acompanyada d'una radiació tèrmica molt important, el qual representa una "pèrdua d'energia" quan es tracta d'obtenir llum. Per tant, s'haurà de valorar les conseqüències que en cada cas concret d'il·luminació pugui tenir aquesta radiació tèrmica.

La incandescència es pot obtenir de dues maneres. La primera és per combustió d'alguna substància, ja sigui sòlida com una torxa de fusta, líquida com en un llum d'oli o gasosa com en els llums de gas. La segona és passant un corrent elèctric a través d'un fil conductor molt prim com passa en les bombetes corrents. Tant d'una forma com d'una altra, obtenim llum i calor (ja sigui escalfant les molècules d'aire o per radiacions infraroges). En general els rendiments d'aquest tipus de llums són baixos degut al fet que la major part de l'energia consumida es converteix en calor.



Fig. A.44. Balanç energètic d'una làmpada incandescent.

La durada i l'eficàcia lluminosa d'una làmpada incandescent, depenen de la temperatura del filament, doncs com més gran sigui la temperatura, major serà l'emissió lluminosa i la seva eficàcia [lúmens emesos / watts consumits] però menor la seva vida útil. Així mateix, la temperatura de color augmenta amb la tensió de línia en forma proporcional.

La làmpada incandescent emet únicament al voltant del 20% de l'energia total provinent del filament en energia radiant en la regió visible, no obstant això, té l'avantatge que la corba de distribució d'energia espectral és contínua, conté tots els colors de l'espectre visible i per tant el seu rendiment en color és molt bo, malgrat que la major porció (prop del 80%) de l'energia es presenta a la regió infraroja, manifestant-se en radiació de calor.

Aquesta font lluminosa té una eficàcia de 23 lm/W i una vida mitjana 1.000 hores, valors reduïts en relació amb altres fonts, a causa de la vaporització del filament, produïda per la temperatura de servei elevada.

A pesar d'aquests inconvenients, les làmpades incandescentes es segueixen utilitzant especialment per l'enllumenat residencial, interior, exterior, comercial, etc., degut a la facilitat per a la seva connexió a la red elèctrica, al seu baix cost inicial comparat amb altres fonts, a l'excel·lent reproducció dels colors, així com a l'encesa i la reencesa instantània a flux total.

Parts d'una làmpada d'incandescència:

Els llums incandescentes estan formats per un fil de wolframi que s'escalfa per efecte Joule arribant a temperatures tan elevades que comença a emetre llum visible. Per a evitar que el filament es cremi en contacte amb l'aire, s'envolta amb una ampolla de vidre a la qual se li ha fet el buit o s'ha emplenat amb un gas. El conjunt es completa amb uns elements amb funcions de suport i conducció del corrent elèctric i un casquet normalitzat que serveix per a connectar el llum a la lluminària.



Fig. A.45. Parts d'una làmpada incandescent

Principals components:

- *Ampolla de vidre:* És la coberta amb la qual es crea el buit o una atmosfera amb gas inert, per impedir la desintegració accelerada del filament per oxidació.
- *Filament:* El material requerit ha de tenir propietats com alta resistivitat, elevat punt de fusió, ductilitat i economia. Aquestes característiques fan que el tungstè sigui avui dia un dels materials més utilitzats per a la fabricació de filaments incandescents.



Fig. A.46. Exemples làmpades d'incandescència.

➤ **LÀMPADES HALÒGENES**

Aquestes làmpades es poden considerar l'avanç tecnològic més important dins el camp de les llums incandescents.

El principi de funcionament de les làmpades incandescents halògenes és el mateix que en les incandescents, però al gas s'incorpora uns halògens (per

exemple iode, fluor, brom) que fan que es dupliqui l'eficàcia i es millori la vida de la làmpada.

Els halògens són elements químics molt actius, que es combinen molt bé amb wolfram i formen halogenurs que són molt estables a baixa temperatura, i es dissocien, quan la temperatura augmenta, deixant lliures els ions. En la figura A.47 es pot veure la reacció es produeix (cicle del halogen).

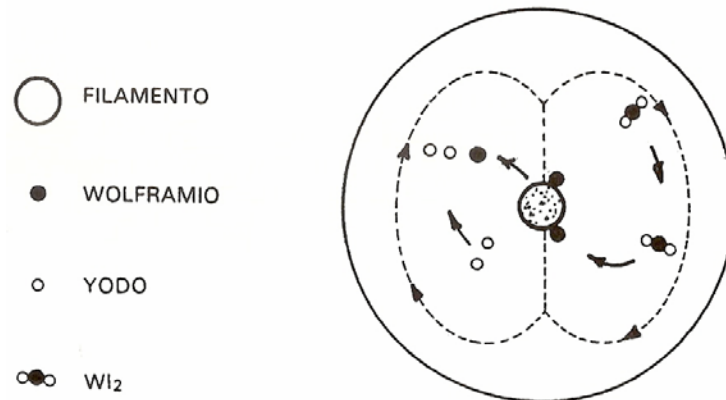


Fig. A.47. Cicle del halogen

Hi ha diferents formats pel que fa a les làmpades halògenes, com per exemple:

- a) Làmpada lineal de doble terminal.
- b) Làmpada de doble embolcall.
- c) Làmpades de terminal simple.
- d) Làmpades reflectores.
- e) Làmpades reflectores.

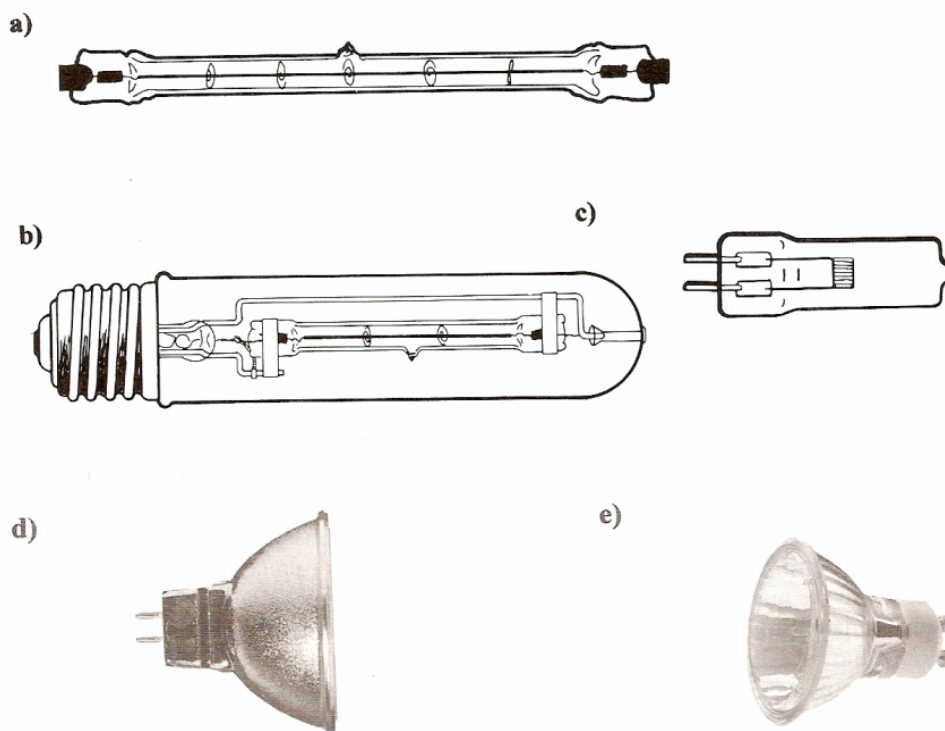


Fig. A.48. Formats de les làmpades halògenes

A.9.2.2.- Làmpades de descàrrega

Es produeix llum per l'efecte d'una descàrrega elèctrica en un gas. En aquestes làmpades, dos elèctrodes generen un flux d'electrons a través d'un gas, l'excitació dels àtoms del qual produeix directament energia lluminosa en alguns casos, i radiació ultraviolada (UV) en altres. La radiació UV, en aquests últims, és transformada en energia lluminosa mitjançant substàncies fluorescentes.



Fig. A.49. Balanç energètic d'una làmpada de descàrrega

Totes les làmpades de descàrrega que emeten llum per l'acció de la radiació ultraviolada necessiten uns equips auxiliars per a l'encesa i també per mantenir la tensió dins dels valor nominals necessaris per al funcionament. Hi ha diversos tipus de làmpades de descàrrega segons el tipus de gas utilitzat.

Parts d'una làmpada de descàrrega:

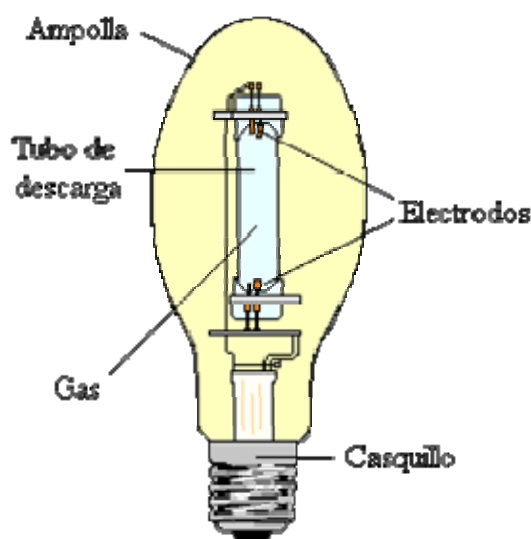


Fig. A.50. Parts principals d'una làmpada de descàrrega

➤ **LÀMPADES FLUORESCENTS**

Són làmpades de descàrrega formades per un tub de vidre rectilini o circular, la paret interna del qual està recoberta per pols fluorescent. Els extrems d'aquest tub es tanquen amb dos casquets de metall especials que suporten els elèctrodes.

La descàrrega es produeix amb vapor de mercuri a baixa pressió, que produeix radiacions ultraviolades que, en incidir en el recobriment fluorescent, es transformen en radiacions dins l'espectre visible.

El format de presentació d'aquestes làmpades són els diàmetres de 16mm (T5), 26mm (T8) i 38mm (T12). Amb els nous diàmetres, més reduïts, s'ha aconseguit millorar l'eficiència energètica d'aquestes làmpades, i en ser l'emissor de llum més petit, es millora també l'eficiència lluminosa. N'hi ha una gran varietat en potències i longituds, així com amb diverses temperatures de color.



Fig. A.51. Balanç energètic d'una làmpada fluorescent.

S'ha de remarcar que aquestes làmpades tenen una gran sensibilitat a les temperatures ambientals i que, per exemple, el seu flux lluminós baixa fins al 10% nominal si les temperatures són inferiors a 0 graus. És per això que no són recomanables en llocs on hi ha glaçades o canvis pronunciats de temperatures sense cap mena de protecció o embolcall addicional.

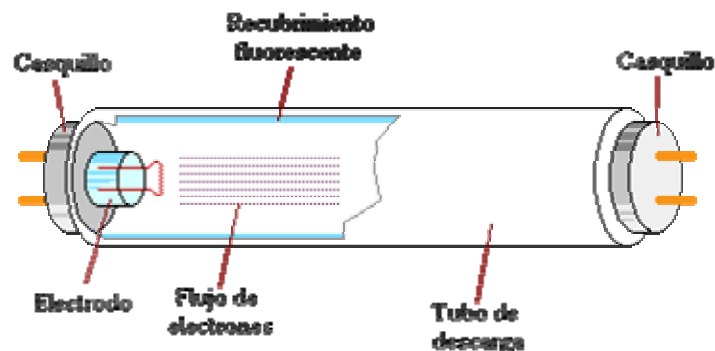


Fig. A.52. Parts d'una làmpada fluorescent.

Un altre avantatge és que amb aquesta tecnologia es disminueix de manera important, fins al 80 %, el contingut de mercuri de la làmpada, i minven d'aquesta manera els abocaments, en forma de residus, al medi natural d'aquest material tan contaminant.

El fet d'usar-les en l'enllumenat públic està gairebé restringit a aplicacions particulars a baixes alçades i amb necessitat de reproduccions de color (exemples, parcs, passeigs amb arbres baixos i frondosos, etc.).

En general, per funcionar necessiten connectar-se a una reactància i un arrencador o encebador perquè ajudin en l'encesa. Si s'utilitzen amb equips electrònics (obligatori en el cas dels T5), ja incorporen tots els elements i augmenten les prestacions i la vida dels tubs.

Eficàcia	60 - 100 lm/W
Vida útil	8000 - 16000 hores
Gamma de potències	4 – 125 W
Color de la llum	Blanca
Reproducció Ra	50 - 95
Aplicacions	Aplicacions a baixa alçada i amb grans necessitats cromàtiques

Taula A.10. Característiques làmpades fluorescentes



Fig. A.53. Exemples làmpades fluorescentes

➤ **LÀMPADES FLUORESCENTS COMPACTES**

Són semblants a les làmpades fluorescents habituals (és la mateixa tecnologia), però tal com el seu nom indica són més petites (poden ser cilíndriques o de tubs paral·lels, en formats triples, quàdruples, planes, circulars, etc.) i incorporen un únic casquet.

També necessiten equip auxiliar i, o bé, el poden incorporar a la base mateixa de l'ampolla (làmpades integrades o electròniques) que també poden anar apart (amb endoll). Les primeres substitueixen directament les làmpades incandescents.

Es fan servir en l'enllumenat residencial o de jardí, que requereix baixa potència i una alta reproducció del color. Hi ha algunes làmpades que tenen posició de funcionament limitada i que, tot i funcionar en altres posicions, poden escalfar-se i escurçar així la seva vida útil. Les que incorporen tecnologia d'amalgama eliminen aquest inconvenient.

La seva eficiència és de 50-90 lm/W, es troben en molts formats i en diferents temperatures de color.

La seva vida útil és lleugerament inferior a les de fluorescència tubular, però molt superior a les d'incandescència, motiu pel qual, en aplicacions domèstiques, és cada vegada mes utilitzada.

La gamma de potències en el mercat avui dia arriba fins als 70 W i ja ofereixen un paquet lumínic suficient per a moltes aplicacions d'enllumenat públic.

Eficàcia	50 - 90 lm/W
Vida útil	8000 - 12000 hores
Gamma de potències	5 – 70 W
Color de la llum	Blanc
Reproducció Ra	82
Aplicacions	Interiors, enllumenat de poca potència i bon color

Taula A.11. Característiques làmpades fluorescents compactes.



Fig. A.54. Exemple làmpada fluorescent compacta.

➤ LÀMPADES DE VAPOR DE MERCURI (VM)

En les làmpades de vapor de mercuri, el gas emprat és vapor de mercuri a alta pressió. Tenen el mateix funcionament que les làmpades fluorescents. La luminescència produïda per la descàrrega elèctrica, a través d'una atmosfera i un gas inert (argó), però amb la diferència que en la làmpada fluorescent, la pressió del mercuri és baixa (0,025 Ba) i en les làmpades de mercuri a alta pressió aquesta és de 2 a 4 Ba. Aquesta diferència de pressió del vapor de mercuri té una repercussió directa en l'espectre electromagnètic produït, ja que en les làmpades fluorescents, la majoria de les radiacions són ultraviolades, i en menys quantitat llum visible, en canvi, en les làmpades de vapor de mercuri d'alta pressió passa a l'inversa, la majoria de les radiacions estan en la zona visible de l'espectre, i una petita porció és de radiació ultraviolada.



Fig. A.55. Balanç energètic d'una làmpada de vapor de mercuri.

Quan s'apaga la làmpada, cal deixar-la refredar un cert temps per tal que la pressió de vapor de mercuri descendeixi al valor apropiat per a l'encesa. Aquest inconvenient de no tenir una reencesa immediata és comú a altres tipus de làmpades de descàrrega.

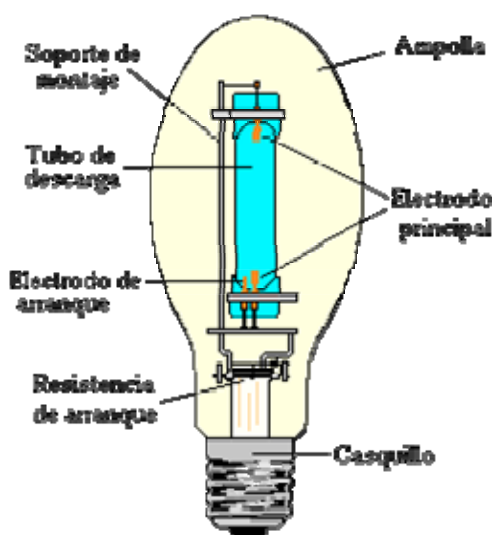


Fig. A.56. Parts d'una làmpada de mercuri a alta pressió

Aquest grup de làmpades constitueixen el segon grup més important de làmpades que es fan servir en l'enllumenat públic. Tenen una eficiència energètica de 50 lm/W, que, tot i ser inferior a la d'altres tipus de làmpades utilitzables actualment, pot considerar-se adequada quan les exigències de

color requereixen una llum molt blanca. El principal avantatge és la qualitat de color de la llum emesa, de tonalitat blanca i l'índex de reproducció de color, $Ra=40/60$. Se sol aplicar en places públiques o en llocs en què interessa no solament enllumenar sinó ressaltar allò que s'il·lumina (jardins, passeigs, etc.).

Altres avantatges addicionals són l'amplitud de la gamma disponible de potències, que va des dels 50W fins als 2.000W, i la simplicitat de l'equip auxiliar associat a aquestes làmpades, que, a diferència de les altres de descàrrega, no necessita un arrencador per encendre's, sinó que simplement va connectada a una reactància i s'hi incorpora un condensador per corregir el factor de potència.

Eficàcia	45 – 55 lm/W
Vida útil	10000 – 12000 hores
Gamma de potències	50 – 2000 W
Color de la llum	Blanc
Reproducció Ra	40 - 50
Aplicacions	Ús general

Taula A.12. Característiques làmpades de vapor de mercuri a alta pressió



Fig. A.57. Exemple làmpada de vapor de mercuri.

➤ **LÀMPADES DE VAPOR DE MERCURI DE LLUM MESCLA**

És una variant de les làmpades de vapor de mercuri. La característica fonamental es que la llum es produeix d'una forma mixta, una part deguda a un tub de descàrrega de vapor de mercuri, i una altra part per mitja d'un filament de tungstè, similar al d'una làmpada incandescent.

Consisteixen a incorporar un filament resistiu que emet per incandescència a una làmpada de vapor de mercuri. Amb això s'aconsegueix millorar el factor de potència i regular la intensitat que circula per la làmpada, amb la qual cosa no necessiten equips auxiliars. També hi ha un altre avantatge, i és que el rendiment cromàtic augmenta gràcies a l'emissió del filament. Actualment, però, estan en desús, ja que l'eficàcia energètica és molt baixa i on són aplicables hi trobem millors solucions amb altres tipus de làmpades.

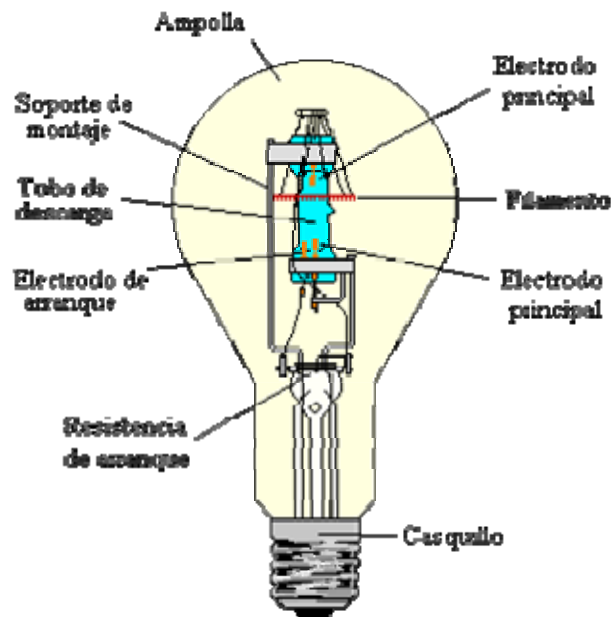


Fig. A.58. Parts d'una làmpada de llum de mescla.

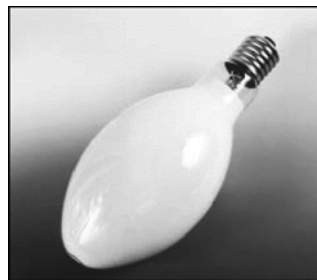


Fig. A.59. Exemple làmpada de llum de mescla.

➤ **LÀMPADES DE VAPOR DE MERCURI D'HALOGENURS METÀL·LICS (VMH)**

És un altre tipus de làmpada de vapor de mercuri. Són làmpades de vapor de mercuri amb una sèrie d'additius metàl·lics en forma de iodurs, de tal manera que aquests metalls potencien determinades zones de l'espectre visible, aconseguint augmentar l'eficàcia lluminosa de la làmpada i el seu rendiment.

Les làmpades d'halogenurs necessiten un cert període per assolir el seu règim. En aquest temps, que és d'uns dos a tres minuts, la intensitat del corrent pren valors que poden arribar al doble de la intensitat nominal.

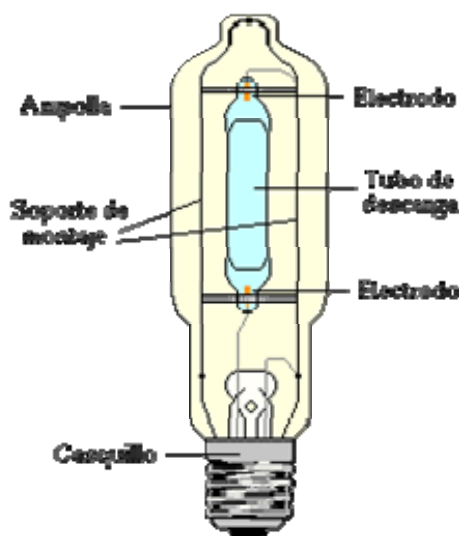


Fig. A.60. Parts d'una làmpada amb halogenurs metàl·lics

Les principals aplicacions d'aquestes làmpades són llocs d'interès singular (escultures, edificis, etc.) amb elevades exigències en la reproducció cromàtica, però el seu principal inconvenient és la durada, ja que és més curta que la dels dos tipus anteriors.

Necessiten la connexió d'un arrencador per assolir les tensions necessàries per encendre's, apart del balast i el condensador. Cal anar en compte amb els equips associats amb aquestes làmpades per assegurar una total compatibilitat elèctrica, ja que, a diferència d'altres tipus de làmpades, aquestes tenen característiques elèctriques que depenen del fabricant i del tipus i la potència emprats.

En els darrers anys han aparegut les làmpades d'halogenurs metàl·lics ceràmics, que substitueixen directament els halogenurs clàssics i les làmpades de sodi a alta pressió. Aquesta nova tecnologia millora l'eficàcia, la vida, i elimina l'inconvenient de la variabilitat en la tonalitat del color que presentaven els halogenurs fins ara. També disminueix les limitacions en la posició de funcionament que sovint presenten els halogenurs metàl·lics.

Eficàcia	70 – 100 lm/W
Vida útil	3000 – 8000 hores
Gamma de potències	20 – 2000 W
Color de la llum	Blanc
Reproducció Ra	70 - 95
Aplicacions	Monuments i llocs d'especial interès

Taula A.13. Característiques làmpades de vapor de mercuri amb halogenurs metàl·lics



Fig. A.61. Exemples làmpades amb halogenurs metàl·lics

➤ LÀMPADES DE VAPOR DE SODI A BAIXA PRESSIÓ (VSBP)

En aquestes làmpades, el gas utilitzat és vapor de sodi a baixa pressió. Tenen forma tubular i necessiten un equip auxiliar (balast i arrencador) per funcionar. En aquest tipus de làmpades tant el temps d'encesa com de reencesa en calent són molt llargs, i només poden funcionar en una posició horitzontal o propera a aquesta.

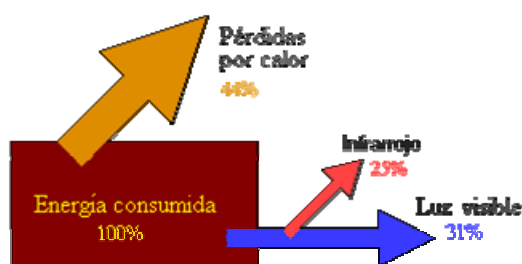


Fig. A.62. Balanç energètic làmpada VSBP

Encara que és la font de llum de més eficàcia que hi ha en l'actualitat, té limitacions d'aplicació importants, ja que emet una llum monocromàtica groga. Com a conseqüència d'això, tots els colors es veuen alterats i el seu índex de reproducció cromàtica és pràcticament nul.

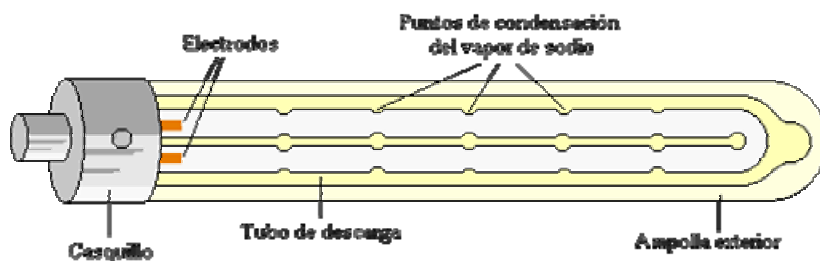


Fig. A.63. Parts d'una làmpada de VSBP

Aquest fet provoca que el seu ventall d'aplicacions es restringeixi a aquelles zones en què els únics criteris a l'hora de dissenyar-ne la il·luminació siguin els estrictament funcionals, sense exigències cromàtiques, com ara túnels, polígons industrials, autopistes, zones boiroses, etc. La monocromaticitat de la

seva llum fa que augmenti el contrast amb menys il·luminació i que travessi més fàcilment les boires.

Eficàcia	100 – 200 lm/W
Vida útil	8000 – 10000 hores
Gamma de potències	18 – 180 W
Color de la llum	Groc
Reproducció Ra	0
Aplicacions	Zones sense exigències de color

Taula A.14. Característiques làmpades de vapor de sodi a baixa pressió



Fig. A.64. Exemples làmpades VSBP

➤ **LÀMPADES DE VAPOR DE SODI A ALTA PRESSIÓ (VSAP)**

Són també làmpades de descàrrega, en les quals el gas emprat és vapor de sodi a alta pressió. Poden tenir forma tubular o ovoide, i per funcionar necessiten connectar-se a un equip auxiliar (balast i arrencador).

Des del punt de vista energètic, són molt superiors a les de vapor de mercuri, ja que la seva eficàcia energètica, malgrat que varia amb la potència de la làmpada, és pràcticament el doble.



Fig. A.65. Balanç energètic d'una làmpada VSAP

La principal característica d'aquestes làmpades és la seva llum, de tonalitat groguenca, amb un índex de reproducció cromàtica normalment baix. Aquest fet fa que malgrat la seva elevada eficiència energètica no s'implanti en zones on, per raons estètiques, es prioritzin els requisits de color.

Malgrat aquesta problemàtica del color, és la làmpada que actualment més es col·loca en les instal·lacions d'enllumenat públic. Això es produeix perquè la seva elevada eficiència energètica fa que la substitució de làmpades de vapor

de mercuri per làmpades de sodi a alta pressió sigui econòmicament molt rendible en la majoria de les instal·lacions.

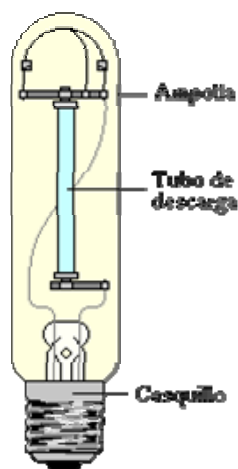


Fig. A.66. Parts d'una làmpada de VSAP

A més, presenten una vida útil extraordinàriament llarga (sobretot en els darrers models, en els qual s'ha millorat significativament la fiabilitat dels components).

Es fabriquen amb una àmplia gamma de potències que van de 50 a 1.000 W. Possiblement, la major fita dels últims anys hagi estat aconseguir làmpades de sodi de potències baixes que permeten substituir les làmpades de vapor de mercuri de major potència i conservar el mateix nivell lluminós.

Eficàcia	90 – 120 lm/W
Vida útil	8000 – 16000 hores
Gamma de potències	50 – 1000 W
Color de la llum	Groguenc
Reproducció Ra	20
Aplicacions	Ús general, però limitat en zones amb especials exigències de color

Taula A.15. Característiques làmpades de vapor de sodi a alta pressió



Fig. A.67. Exemples làmpades VSAP

A.9.2.3.- Làmpades d'inducció

El seu funcionament és similar a la descàrrega, però, en lloc dels elèctrodes situats generalment en els extrems de la làmpada, porta una bobina alimentada per un corrent d'alta freqüència (2,65MHz), que per inducció magnètica provoca l'excitació dels àtoms de mercuri. La intensa radiació ultraviolada produïda es converteix en llum visible, gràcies a una mescla de substàncies fluorescents en pols que recobreixen la cara inferior de l'ampolla.

Per tant, s'han eliminat els components que limiten la vida dels altres tipus de làmpades, com els elèctrodes i els filaments, amb la qual cosa la vida d'aquest tipus de font quedarà fixada per la durada dels components electrònics de l'equip auxiliar que l'acompanya, per tant se li pot preveure una vida útil de 60.000 hores. Per aquest motiu, estaran especialment indicades en llocs de difícil accés per canviar-les i en aplicacions de llargs períodes de funcionament. Uns altres avantatges d'aquest tipus de làmpada són que poden funcionar a temperatures molt baixes, de fins a -20°C, i que funcionen de manera correcta en qualsevol posició.

Actualment tenen un cost molt elevat i bastant superior a les anteriors.

Malauradament, encara no n'hi ha una gamma de potències gaire àmplia, i això en limita l'aplicació en les instal·lacions d'enllumenat públic.

Eficàcia	70 lm/W
Vida útil	15000 – 60000 hores
Gamma de potències	23 – 85 W
Color de la llum	Blanc
Reproducció Ra	70
Aplicacions	Zones de molt difícil accés

Taula A.16. Característiques làmpades d'inducció



Fig. A.68. Exemple làmpada d'inducció.

A.9.2.4.- Tecnologia led.

Hi ha un pas important entre el sistema de làmpades mencionades fins aquest apartat i els LED. Les làmpades convencional tenen tecnologia elèctrica, mentre que els LED tenen tecnologia electrònica. Aquest fet fa que tinguin característiques molt diferenciades, tant en positiu com algunes en negatiu.

Els Díodes Emissors de Llum (LED: *Lighting Emitting Diode*) és un diode semiconductor que al ser travessat per una corrent elèctrica emet llum. Transformen directament el corrent elèctric en llum. La longitud d'ona de la llum emesa i per tant el color depèn bàsicament de la composició química del material semiconductor utilitzat.

Quan la corrent travessa el diode s'allibera energia en forma de fotó. La llum emesa pot ser visible, infraroja o quasi ultraviolada.

Els LED's actuals estan realitzats sobre la base d'una gran varietat de semiconductors inorgànics produint els següents colors:

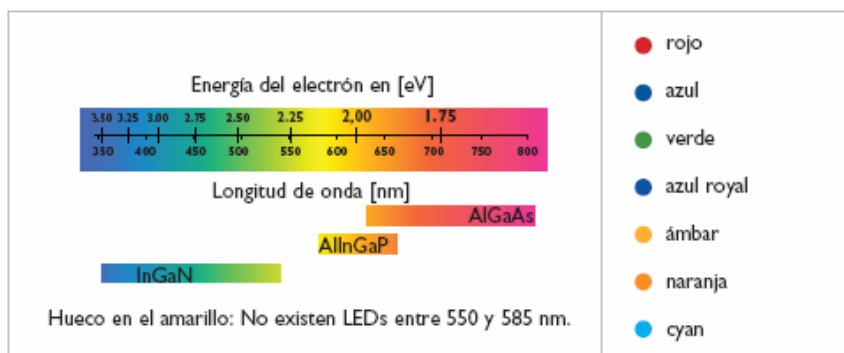


Fig. A.69. Parts que componen un LED

En aquesta imatge es representen les diferents parts que componen un LED.

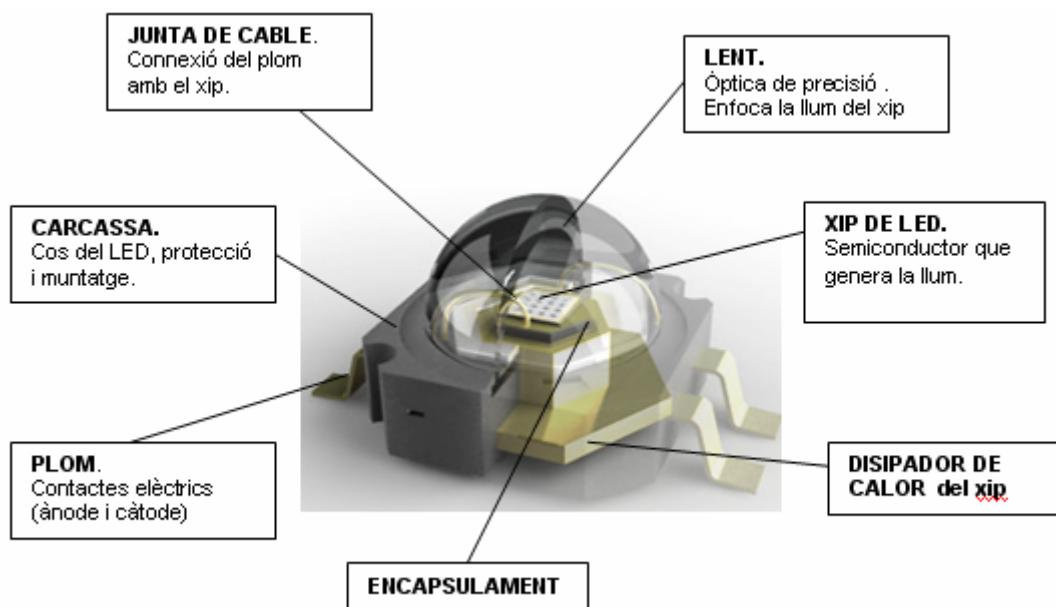


Fig. A.70. Parts d'un LED

Generació de llum blanca:

La llum que s'obté d'un LED és monocromàtica, és a dir, fabricat el xip, sols emet en un determinat color dels abans anomenats. Per tal d'aconseguir llum blanca s'utilitzen dos mètodes:

- Barreja de la llum de tres xips, un xip blau, l'altre verd i un altre roig.



Fig. A.71. Obtenció llum blanca amb tecnologia LED

- Mitjançant la combinació d'un xip blau o ultraviolat i fòsfor com es fa en el principi de la fluorescència.

El primer cas poques vegades s'utilitza per produir un LED blanc, si per realitzar xocs de colors, donat que regulant la intensitat de cadascun d'ells es pot passar per tot l'espectre de colors.

Mitjançant el segon cas es pot obtenir llum blanca freda o càlida en funció del fòsfor que utilitzem. Si utilitzem LED blau amb fòsfor groc, tindrem un LED blanc fred i relativament amb bona reproducció cromàtica (R_a 70). En cas d'utilitzar fòsfors rojos i verds junt al xip blau s'obté un LED blanc càlid de major reproducció cromàtica ($R_a > 80$), però s'aconseguirà menys flux.

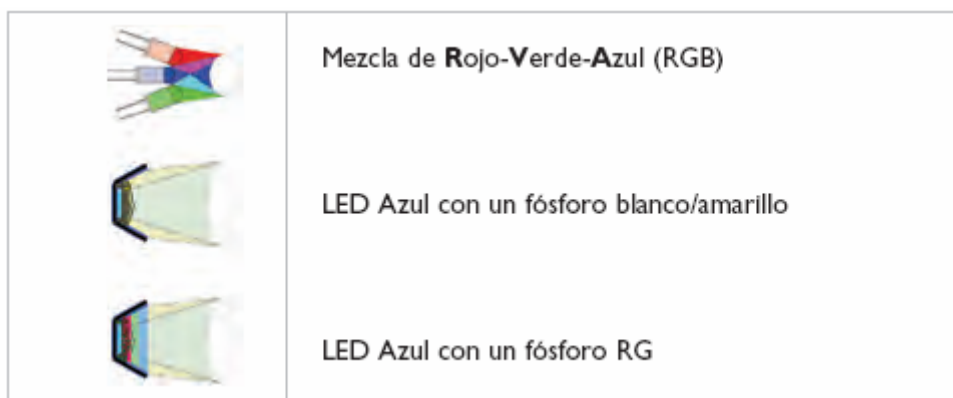


Fig. A.72. Obtenció llum blanca amb la combinació de xips amb fòsfors

Els LED's en el seu feix de llum, emeten llum freda, és a dir, no emeten raigs infrarojos. Si més no, els LED's no són 100% eficients ja que entre el 50% i 90% de l'energia que se'ls aplica es converteix en calor. Aquesta calor és dissipat dins del propi LED i és necessària que aquesta pugui abandonar el xip per a què funcioni adequadament donat que els LED's no són capaços de

suportar temperatures elevades sense sofrir una disminució de vida, flux i un canvi de color.



Fig. A.73. Envelliment del fòsfor



Fig. A.74. Variació del color

La disminució del flux lumínic és permanent degut a l'envelliment dels materials òptics primaris i del propi material semiconductor, el calor excessiu aplicat de forma continuada accelera la degradació del LED provocant canvis de color en els LED's blancs.

La característica que es veu més afectada per la calor és la vida del LED. Un altre element a qui afecta les variacions de temperatura és el flux lluminós i l'eficàcia. A baixes temperatures el LED funciona amb major rendiment.

Els avanços recents en mòduls LED en combinació amb panells fotovoltaics de eficàcia provada ofereixen una nova generació d'energia eficient, sense contaminació, és la solució ideal per a l'enllumenat públic.

Els avantatges de la llum LED:

- **Alta lluminositat:** La tecnologia LED ofereix una lluminositat 8 vegades més que dels llums incandescents i sense emissions nocives per al medi ambient.
- **Economies d'energia espectaculars:** La tecnologia d'alta potència LED té un excepcional rendiment amb la tornada a l'economia que van des de 50 a 80% sobre els llums tradicionals, de sodi o mercuri.
- **A llarg termini:** Sobre la base d'un servei de 10 hores per dia en terme mig, les bombetes LED tenen una vida útil de més de 13 anys, o 50000 hores. A diferència de les bombetes tradicionals, els llums LED no són fràgils, el qual minimitza el vandalisme o trencaments.
- **Color d'alta qualitat:** Les bombetes LED tenen un índex de color únic, el que proporciona veritables colors brillants durant la nit.

- *Disseny revolucionari fotomètric:* El sistema òptic de LED altament centrat proporciona un model de llamps mostrant una lluminositat uniforme i reduint les masses fosques i la pèrdua de la llum.
- *No enlluerna i sense efecte estroboscòpic:* La tecnologia LED no produeix reflexos o llum intermitent, com en el cas de l'enllumenat públic tradicional, on es produeix una fatiga visual que molesta als conductors i als vianants.
- *Sense dipòsits de pols ni color groguenc:* Les bombetes LED que operen en baixa tensió i baixa temperatura, per tant no hi ha reducció de lluentor o color groguenc en tota el seu longevitat, mentre que aquest és el cas amb el tradicional enllumenat públic.
- *Arrencada instantània:* A contrari dels llums de sodi, els llums de LED no requereixen un temps d'arrencada per a arribar als seus nivells òptims de la lluminositat.
- *Reducció de costos de manteniment.*
- Sense radiacions IR ni UV.
- No contenen mercuri. Menys contaminació Mediambiental.

A.9.2.5.- Comparativa

La següent taules mostren la comparativa de les principals característiques de les diferents tipologies de làmpades.

Tipus de làmpada	To (Color)	Temperatura de color (K°)	IRC (Ra)
Vapor de mercuri	Blanc	3800	40-50
Vapor de mercuri amb halogenurs	Blanc	3000-4000	70-95
Sodi a alta pressió	Groguenc	2000	20-60
Sodi a baixa pressió	Groc	1800	0
Fluorescència	Blanc	2700-6000	50-95
Fluorescència compacta	Blanc	2700-6000	82
Incandescència	Blanc	2700	100
Halògens	Blanc	2700	100
Mescla	Blanc	3600	60
Inducció	Blanc	3000-4000	70
LED			

Taula A.17. Comparativa làmpades. Característiques del color.

Tipus de làmpada	Eficàcia (lm/W)	Vida útil (hores)	Dimensions de l'emissor	Gamma (W)
Vapor de mercuri	45–50	10000–12000	Mitjà	50–2000
Vapor de mercuri amb halogenurs	70–100	3000–8000	Petit	20–2000
Sodi a alta pressió	90–120	8000–16000	Petit–Mitjà	50–1000
Sodi a baixa pressió	100–200	8000–10000	Gran	18–180
Fluorescència	60–100	8000–16000	Gran	4–125
Fluorescència compacta	50–90	8000–12000	Mitjà	5–70
Incandescència	10–15	1000	Petit	15–1500
Halògens	20–25	1000–4000	Petit	5–1000
Mescla	25	6000	Mitjà	160–500
Inducció	70	15000–60000	Mitjà	23–150
LED		50000		

Taula A.18. Comparativa làmpades. Característiques de funcionament.

A.10.- CONTAMINACIÓ LUMÍNICA.

A.10.1.- Definició

La contaminació lumínica es pot definir com l'emissió de flux lluminós de fonts artificials nocturnes en intensitats, direccions, rangs espectrals o horaris innecessaris per a la realització de les activitats previstes en la zona en la qual s'instal·len les llums.

Un ineficient i mal disseny de l'enllumenat exterior, la utilització de projectors i canons làser, la inexistent regulació de l'horari d'apagament d'il·luminacions publicitàries, monumentals o ornamentals, etc., generen aquest problema cada vegada més estès.

La contaminació lumínica té com manifestació més evident l'augment de la lluentor del cel nocturn, per reflexió i difusió de la llum artificial en els gasos i en les partícules de l'aire, de manera que s'altera la seva qualitat i condicions naturals fins al punt de fer desaparèixer estrelles i altres objectes celestes.

És indubtable que l'enllumenat exterior és un assoliment que fa possible desenvolupar múltiples activitats en la nit, però és imprescindible il·luminar de forma adequada, evitant l'emissió de llum directa a l'atmosfera i emprant la quantitat de llum estrictament necessària allí on necessitem veure. Tota llum enviada lateralment, cap amunt o cap als espais on no és necessària no proporciona seguretat ni visibilitat i és un malbaratament d'energia i diners.

Sobre aquest greu problema, fins al moment, existeix escassa consciència social, malgrat que genera nombroses i perjudicials conseqüències com són l'augment de la despesa energètica i econòmica, la intrusió lumínica, la inseguretat vial, el dificultar el tràfic aeri i marítim, el dany als ecosistemes nocturns i la degradació del cel nocturn, patrimoni natural i cultural, amb la consegüent pèrdua de percepció de l'Univers i els problemes causats als observatoris astronòmics.

Aquests perjudicis no es limiten a l'entorn del lloc on es produeix la contaminació (poblacions, polígons industrials, àrees comercials, carreteres, etc.) sinó que la llum es difon per l'atmosfera i el seu efecte es deixa sentir fins a centenars de quilòmetres des del seu origen.

La contaminació lumínica pot ser de diferents tipus:

- **Per llum intrusa:** Quan una instal·lació d'enllumenat emet llum en adreces que excedeixen l'àrea on és necessària, envaeix zones confrontants. Aquest és un fenomen molt típic de les zones urbanes, on és comuna la intrusió lumínica dintre d'habitatges privats, modifica l'entorn domèstic i provoca trastorns en les activitats humanes.



Fig. A.75. Exemple de llum intrusa.

- **Per difusió cap al firmament:** Es deu a la difusió de la llum cap al cel.



Fig. A.76. Exemple de contaminació lumínica.

- **Per excés de consum:** L'emissió artificial de llum implica un consum energètic excessiu a causa de la intensitat, l'horari de funcionament i/o la seva distribució espectral.

A.10.2.- Causes i efectes

La principal causa d'aquesta contaminació és l'enllumenat exterior (públic i privat), per tant, s'ha de tenir en compte els elements bàsics que està format aquest enllumenat, les **làmpades**, les **lluminàries** i els **equips auxiliars**.

Els efectes que produeix aquest tipus de contaminació, són els següents:

- **Efectes sobre les persones:** intrusió lumínica en els habitatges de les persones, no deixa gaudir de l'espectacle del cel estrellat i impedeix la recerca astronòmica a professionals i amateurs.
- **Efectes sobre el medi ambient:** malbaratament dels recursos naturals. Es necessita més electricitat (tèrmica, nuclear) i es produeixen residus tòxics (mercuri, estronci, plom, etc).
- **Efectes a la biodiversitat:** l'excés d'il·luminació produeix canvis de conducta imprevisibles i pot causar també la mort a molts animals nocturns.
- **Efectes sobre el consum:** es desprèn molta llum per sobre dels 90° en les lluminàries i llavors incideix directament en el cel. Aquesta llum no es aprofitada per cap tipus d'ús.
- **Efectes a l'economia:** tota l'energia que no s'aprofita per a cap ús, crea una despesa econòmica on es podria estalviar.

Quan es vol realitzar el projecte o la instal·lació d'un enllumenat exterior, s'han de tenir en compte els criteris de selecció, de les làmpades i de les lluminàries. Perquè així s'obté un bon funcionament i rendiment de tota la instal·lació.

Les mitjanament contaminants, són les làmpades incandescent, incandescent halògenes i les fluorescents, on aquestes emeten en l'ultraviolat o en l'infraroig pròxim.

I les més contaminants, són les de vapor de mercuri i les d'halogenurs metàl·lics, que estan formades per metalls que produeixen residus tòxics.

Els LED's, com a tecnologia nova no es contemplen en la legislació actual vigent (el que no vol dir que estiguin prohibits), si més no, emeten al límit dins de l'espectre visible.

A.10.3.- Prevenció de la contaminació lumínica

Moltes de les mesures que es prenen per evitar la contaminació lumínica milloren també l'eficiència de les instal·lacions i poden significar un estalvi energètic important.

Les mesures per aconseguir una reducció de la pol·lució lumínica consisteixen bàsicament a no llançar llum per sobre de l'horitzontal i a dirigir-la on es necessita. En aquest sentit, els criteris bàsics són:

- Evitar l'emissió de llum cap al cel.
- Utilitzar lluminàries adequades.
- Utilitzar làmpades adients.
- Projectar i remodelar totes les instal·lacions d'enllumenat exterior amb criteris de sostenibilitat.

Fins ara, en molts dels projectes d'urbanització no s'ha tingut en compte que l'enllumenat públic incorpori mesures per evitar la pol·lució lumínica. És bàsic que a l'hora de dissenyar o remodelar les instal·lacions es tinguin en compte aquestes mesures. Així, les mesures que es mostren a continuació tenen validesa tant en instal·lacions noves com en instal·lacions que s'hagin de remodelar.

A.10.3.1.- Lluminàries

La primera precaució que s'ha de prendre i la més important és la de no dirigir flux lluminós cap al cel. Així, per evitar la pèrdua de llum, cal utilitzar lluminàries adequades amb un **% del FHS** (flux a l'hemisferi superior) reduït.

En general hi ha unes quantes recomanacions sobre el tant per cent màxim del flux emès en l'hemisferi superior del total eficaç (**FHS**) que fa idea de les condicions que han de complir les lluminàries que escollim per als projectes d'enllumenat públic.

La CIE (Comissió Internacional d'Enllumenat) ha publicat unes recomanacions en què es proposen unes limitacions que tenen en compte les diferents exigències entre àrees urbanes i rurals. Es defineixen 4 àrees diferents:

- **E1:** Zones incloses en parcs nacionals, zones de bellesa natural destacada o paisatges foscs.
- **E2:** Zones de brillantor baixa. Àrees rurals fora de les zones E1.
- **E3:** Zones de brillantor mitjana, per exemple, un nucli urbà amb poca activitat nocturna.
- **E4:** Zones de brillantor alta. Centre urbà amb activitat nocturna alta.

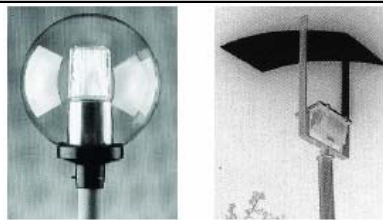



Ús de la lluminària	% FHS E1	% FHS E2	% FHS E3	% FHS E4
Viari	0,2	1,5	5	5
Viari – per a vianants	1,5	3	10	10
Zones per a vianant	2	5	15	20
Ornamental	5	10	20	25




Taula A.19. Recomanacions sobre % del FHS

Cal que els tancaments de les lluminàries siguin plans i els materials emprats tinguin una gran capacitat de transmissió de la llum (transparència) i de resistència als efectes de la intempèrie i del pas del temps.

Les lluminàries que tenen els tancaments semiesfèrics amb superfície rugosa per dispersar la llum perden entre un 30 i un 40% de flux lumínic cap al cel. Tant com sigui possible, cal substituir els tancaments semiesfèrics per tancaments plans.

Per tant, en escollir una lluminària en un nou projecte o en una rehabilitació d'una instal·lació, cal tenir en compte aquestes recomanacions, però a més també hi ha una sèrie de mesures que no depenen tant del tipus de lluminària com de la disposició d'aquestes i dels seus nivells.

Tipus de lluminàries	Descripció	% distribució lumínica (respecte del flux de la lluminària)
 A	Boles sense protecció i similars	40 FHS
 B	Boles amb protecció mínima i similars	35 FHS
 C	Lluminàries ornamentals i similars	20 FHS
 D	Lluminàries sense cubeta difusora i boles amb làmpada dintre del difusor	10 FHS

 E	Luminàries viàries amb cubeta esfèrica	6 FHS
 F	Luminàries viàries amb cubeta plana	0 FHS
 G	Projectors	Segons l'orientació (casos singulars)

Taula A.20. Classificació de lluminàries segons el seu FHS

A.10.3.2.- Disposició de les llumeneres. Enfocaments.

Sempre que sigui possible, utilitzarem llum directa per il·luminar l'objectiu i mai cap amunt. Si no hi ha cap més remei que dirigir les lluminàries cap amunt, cal fer servir pantalles i reflectors per procurar reduir al màxim el malbaratament de la llum.

Per aconseguir que l'enlluernament sigui mínim, cal procurar que l'angle del raig principal de qualsevol llum cap a un observador potencial no superi els 70 graus respecte de la vertical. Si el punt d'instal·lació és més alt, l'angle del raig principal pot ser més petit. Als llocs amb llum ambient baixa, l'enlluernament pot ser encara més molest, fet pel qual s'ha de tenir molt en compte el punt d'instal·lació i la direcció. Sempre que sigui possible, cal fer servir projectors amb raig asimètric que permetin que el vidre frontal quedi sobre la superfície il·luminada o gairebé en paral·lel.

En la il·luminació amb projectors, l'ús de projectors asimètrics suposa un augment en general del 25% dels nivells lumínics i de la uniformitat respecte d'un de simètric, pel fet d'emetre tota la llum cap al terra. En cas d'utilitzar projectors simètrics, és convenient que es munti un reixat que eviti l'emissió de llum per sobre de l'horitzontal, amb l'avantatge que això evitarà enlluernaments als usuaris de les instal·lacions.

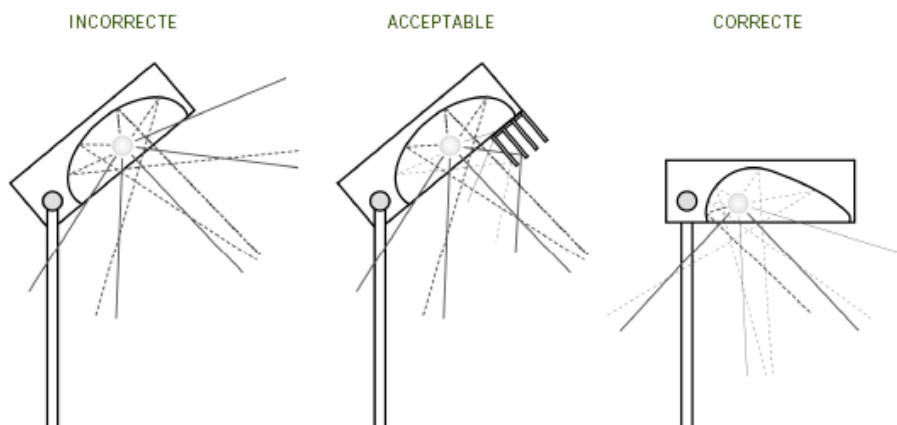


Fig. A.77. Control del flux en els projectors.

A.10.3.3.- Efectes de les làmpades.

No totes les làmpades tenen els mateixos efectes. Les làmpades menys nocives per a l'astronomia i per a l'hàbitat animal i vegetal són les més eficaces del mercat. Les més nocives són les que emeten en la franja de radiació de l'ultraviolat, ja que aquestes longituds d'ona són les que més s'escapen per l'atmosfera.

Les menys perjudicials són les làmpades de vapor de sodi a baixa pressió (VSBP) i les de vapor de sodi a alta pressió (VSAP), ja que emeten en una línia molt estreta de l'espectre. Aquestes làmpades tenen l'inconvenient que tenen l'índex de reproducció cromàtica (IRC) molt baix.

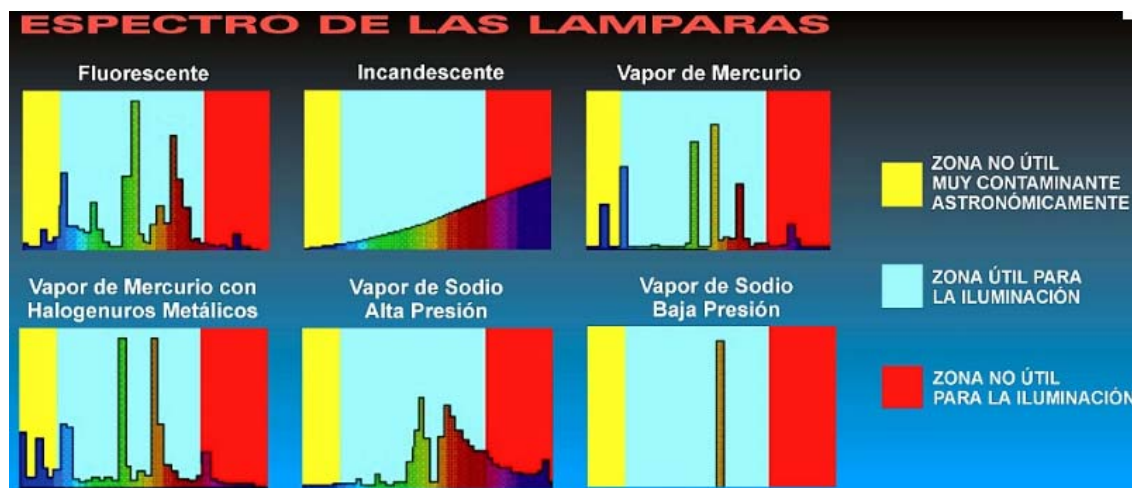


Fig. A.78. Espectre d'emissió segons diferents tipus de làmpada.

La figura A.79. correspon a l'espectre d'un LED "blanc", en la que es veu clarament que hi ha un màxim en el rang de llum blava i després una petita corba en la llum groga.

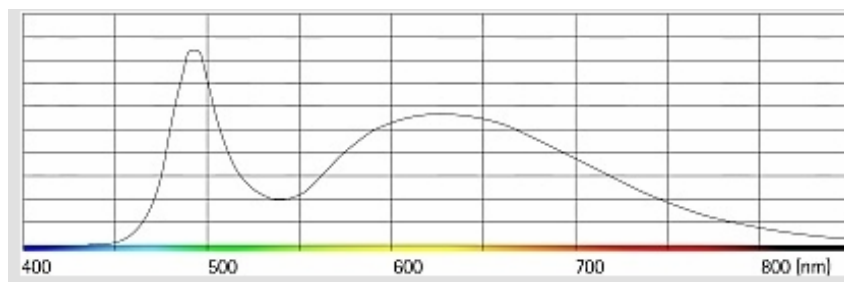


Fig. A.79. Espectre d'un LED "blanc"

Els LED's de llum blanca en realitat són LED's de llum "ultraviolada" (llum invisible a l'ull humà) que al xocar amb una capa de fòsfor groc, irradia una llum blanca – blavosa, el principi és el mateix que el funcionament d'un tub fluorescent. En realitat la llum que és blanca en realitat és blava, amb un mica de groc.

Així doncs, caldria apostar decididament per la supressió progressiva de les làmpades de vapor de mercuri (VM) en aquelles àrees urbanes en què això sigui possible i potenciar també l'ús de làmpades de vapor de sodi a baixa pressió en aquells llocs on aquest tipus de làmpades resulti adequat. Quan aquesta implantació sigui desaconsellable, convindrà usar làmpades de vapor de sodi a alta pressió.

Un altre aspecte que cal tenir en compte és l'optimització de la potència, ja que actualment es tendeix a sobredimensionar la potència de les làmpades, amb la qual cosa augmenta el flux lumínic i en conseqüència el consum i la pol·lució lumínica.

A.10.3.4.- Nivells d'il·luminació

Cal que no s'excedeixin els nivells recomanats per a cada tipus de zona, ja que nivells superiors no donen més seguretat, però sí més despesa energètica i contaminació lumínica per l'augment de la llum reflectida.

A.10.3.5.- Horari de reducció del flux lumínic

Aquests nivells recomanats responen a la necessitat de llum durant el període de màxima activitat, que sol ser des de que es fa fosc fins a les 23 o les 24 hores, segons el lloc. A partir d'aquesta hora, baixa molt l'activitat i es pot ajustar el nivell de llum a les necessitats reals utilitzant els sistemes de regulació de flux lumínic.

Així mateix, en disminuir l'activitat social, també és interessant apagar les il·luminacions ornamentals de monuments i façanes, sobretot a les més crítiques.

Amb aquestes mesures no solament s'aconsegueix rebaixar el nivell de contaminació lumínica sinó també estalviar energia significativament i millorar la qualitat de l'enllumenat.

ANNEX B: AUDITORIA ENERGÈTICA

ÍNDEX ANNEX B

ANNEX B.- AUDITORIA ENERGÈTICA

B.1.- Objectiu	141
B.2.- Abast	141
B.3.- Presa de dades i Anàlisi situació actual	142
B.3.1.- Inventari de la instal·lació i dels seus components	144
B.3.1.1. Quadres elèctrics de comandament i control	144
B.3.1.2. Línies de distribució i escomesa	147
B.3.1.3.- Punts de llum	148
B.3.1.4.- Sistemes de regulació i control	156
B.3.2.- Anàlisi funcional de la instal·lació	157
B.3.2.1.- Classificació de les vies	157
B.3.2.2.- Nivells d'il·luminació	161
B.3.3.- Anàlisi energètic de les instal·lacions	164
B.3.3.1.- Potència instal·lada	164
B.3.3.2.- Potència reduïda	164
B.3.3.3.- Consum elèctric	166
B.3.3.4.- Facturació elèctrica	166
B.3.3.5.- Eficiència energètica	167
B.3.4.- Manteniment i gestió. Horaris de funcionament	170
B.4.- Anàlisi de les alternatives correctores	171
B.4.1.- Alternativa 1	176
B.4.2.- Alternativa 2	179
B.4.3.- Alternativa 3	181
B.4.4.- Comparació alternatives	184
B.5.- Solució adoptada	188

ANNEX B: AUDITORIA ENERGÈTICA

B.1.- OBJECTE

Aquest annex té com objecte analitzar l'estat actual de la instal·lació de l'enllumenat públic exterior de Torrebesses per tal de cercar informació tècnica i poder realitzar els corresponents estudis en els que es proposin actuacions per tal d'aconseguir una gestió més eficient de la mateixa.

Per tal de dur a terme aquest auditoria energètica és necessari conèixer el consum d'energia de l'enllumenat públic del municipi de Torrebesses, i a partir d'aquesta dada, elaborar un pla d'acció encaminat a aconseguir un estalvi econòmic important fruit de la presa de les diferents mesures pal·liatives que apunta l'auditoria energètica i mediambiental.

Una auditoria energètica i mediambiental per l'enllumenat públic del municipi consisteix en un estudi detallat de tots els factors implicats en l'energia i el medi ambient del mateix, és a dir, l'anàlisi de la situació que ens permet conèixer el mode d'explotació, funcionament i prestacions d'unes instal·lacions d'enllumenat, l'estat dels seus components, els seus consums energètics i els seus corresponents costos d'explotació, amb l'objectiu de:

- Millorar l'eficiència i l'estalvi d'aquestes instal·lacions.
- Adequar i adaptar aquestes instal·lacions a la normativa vigent.
- Limitar el resplendor lluminós i la seva contaminació lumínica.

B.2.- ABAST

L'auditoria energètica compren totes les instal·lacions d'enllumenat públic de titularitat municipal, tant executades pel propi Ajuntament com rebudes o assimilades de promocions privades, comprnent tant a la il·luminació vial, sigui funcional o ambiental, com a la ornamental i a qualsevol altre tipus d'instal·lació d'il·luminació exterior fixa que es consideri susceptible d'incloure en l'auditoria, queda exclosa la il·luminació de la pista poliesportiva, fet que es justifica en apartats posteriors.

L'abast del treball a realitzar serà:

- Presa de dades inicial.
- Auditoria energètica de cada una de les instal·lacions d'enllumenat.
- Anàlisi del compliment de normatives.
- Elaboració de propostes d'actuació.

B.3.- PRESA DE DADES I ANÀLISI DE LA SITUACIÓ ACTUAL

Per tal d'iniciar l'auditoria a l'enllumenat públic exterior es seguirà un plantejament per etapes, les qual queden reflectides en el diagrama següent.

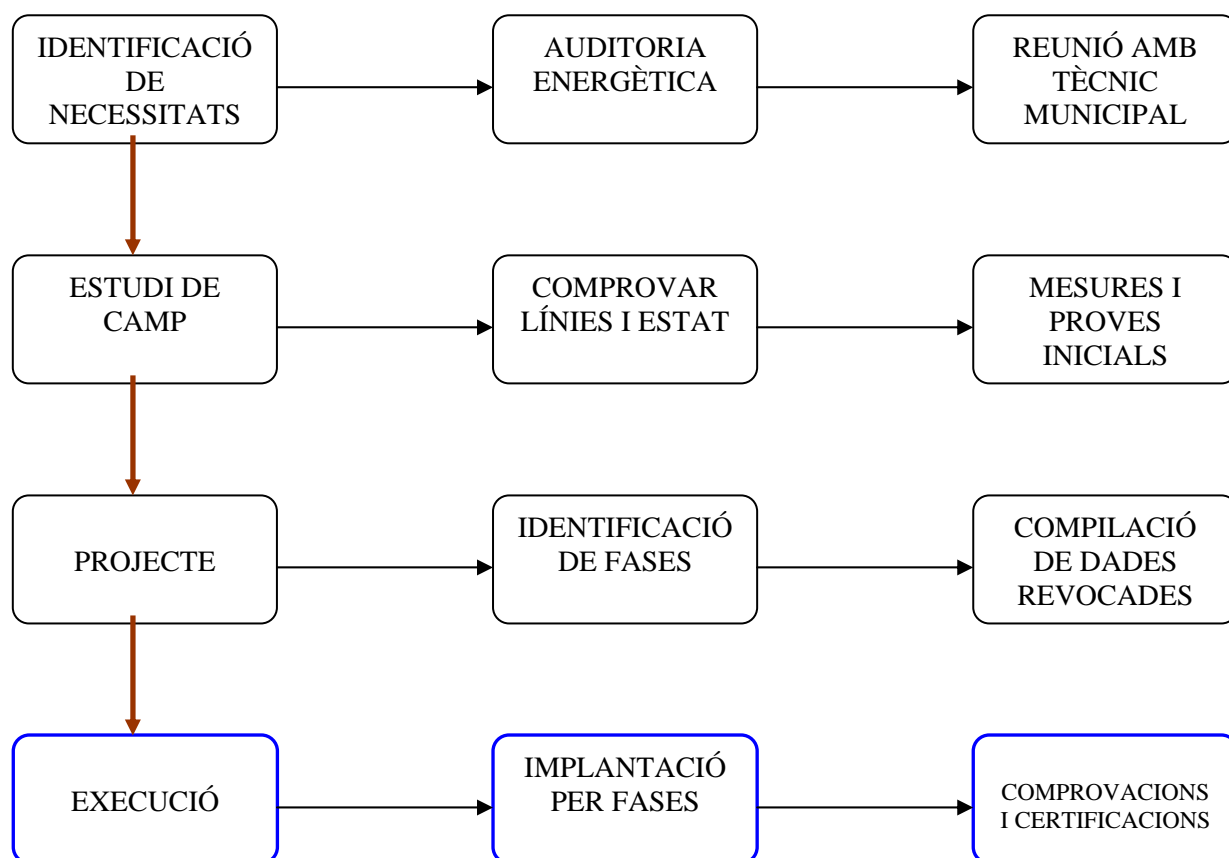


Fig. B.1. Plantejament general.

Amb el fi de complimentar aquest apartat, es realitzaran cada una de les següents accions, a partir de les diferents visites de camp realitzades, tant de dia com de nit, per tal de reflectir la situació real amb la màxima fidelitat.

Aquestes visites s'han realitzat els dies següents:

- Dimecres 28 de Abril de 2010.
- Dimarts 4 de Maig de 2010.
- Dijous 6 de Maig de 2010.
- Dilluns 17 de Maig de 2010.
- Dimarts 27 de Juliol de 2010.

- Divendres 30 de Juliol de 2010.
- Dijous 5 d'agost de 2010.
- Dimarts 10 d'agost de 2010.

Aquestes visites de camp tenien la finalitat de:

- a) Reflectir la situació actual de tots els punts de llum en els plànols.
- b) Identificar els tipus de lluminàries existents.
- c) Realitzar les mesures corresponents de tots els paràmetres elèctrics inclosos en les fitxes, com poden ser:
 - Tensió entre fases, fases i neutre, en els diferents nivells de flux.
 - Corrent en cada fase en els diferents nivells de flux.
 - Potència activa.
 - Factor de potència.
- d) Presa de dades dels nivells d'il·luminació existents de cada tipus d'instal·lació:
 - Fluxos lluminosos i nivells d'il·luminació.
 - Luminàncies i il·luminacions.

Per a la realització d'aquestes mesures i l'obtenció de les dades necessàries, s'ha disposat dels equips de mesura següents:

- Pinça amperimètrica i voltimètrica de la marca TES, model TES 3012.



Fig. B.2. Pinça amperimètrica i voltimètrica TES 3012.

- Luxímetre de la marca HT, model HT307.



Fig. B.3. Luxímetre HT307.

B.3.1.- Inventari de la instal·lació i dels seus components

L'Ajuntament de Torrebesses no disposa d'inventari actualitzat, però sí disposa dels projectes de legalització de la instal·lació d'enllumenat del poble. Una primera fase que data de 1994 i la segona fase que compren l'ampliació de la il·luminació del carrer Onze de Setembre i accés a la població de Torrebesses que data de 1996, doncs l'enllumenat públic del municipi té 16 anys una zona i 14 anys la zona ampliada (carrer Onze de Setembre) i 6 anys la zona poliesportiva d'accés a les piscines.

Per efectuar el inventari s'ha identificat la situació de cadascun dels elements que componen la instal·lació, agrupant-los seguint les recomanacions del protocol d'auditoria energètica de les instal·lacions d'enllumenat públic exterior publicat per l'IDAE (*"Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía"*) del Ministeri d'Indústria, Comerç i Turisme de Espanya.

- Quadres elèctrics de comandament i control.
- Línies de distribució i escomesa.
- Punts de llum.
- Sistemes de regulació i control.

La ubicació dels diferents elements (quadres elèctrics, punts de llum, etc.) es poden veure en els plànols número 2, 3 i 4.

B.3.1.1. Quadres elèctrics de comandament i control

La instal·lació d'enllumenat públic exterior està controlada per un sol quadre elèctric (Q1), del que deriven 6 línies, aquestes es descriuen en apartats posteriors.

La instal·lació d'enllumenat de la pista poliesportiva està regulada per un altre quadre Q2. Aquesta instal·lació no està inclosa en aquest estudi degut a que el seu funcionament no és representatiu ja que segons dades proporcionades per la corporació municipal només funciona com a màxim 50 hores a l'any.

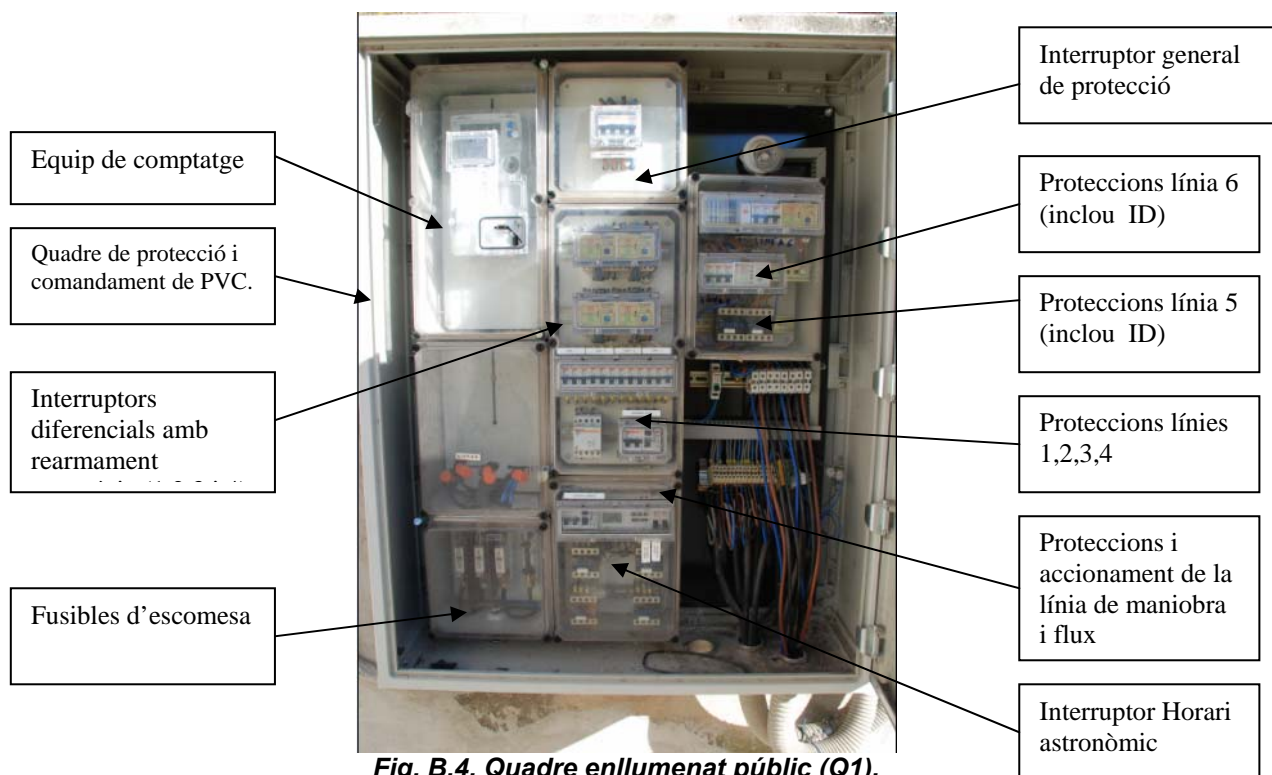


Fig. B.4. Quadre enllumenat públic (Q1).

Aquest quadre (Q1) disposa de l'equip de comptatge trifàsic situat a l'interior del mateix, a més a més, consta dels següents elements:

- Interruptor general de control de potència , de 63A, tres pols, de Merlin Guerin.
- Interruptors diferencials.
- Interruptors magnetotèrmics per la protecció de les sobreintensitats de les diferents línies de sortida del quadre.
- Mecanismes de control horari i nivell d'il·luminació de l'encesa de l'enllumenat.

Com a característiques mecàniques, destacar que és un quadre de PVC de la marca HIMEL de dimensions Q1 127cm x 100cm x 30cm. Porta tancament de pany amb clau especial i està instal·lat superficialment en façana d'edifici.

Com a característiques elèctriques, l'alimentació del quadre és trifàsica (3 fases i neutre), a 380/400V i 50Hz de freqüència.

Pel que fa a les proteccions del quadre d'enllumenat exterior (Q1):

- **Protecció general:**

Té un interruptor general de control de potència trifàsic, de 4 pols i 63A.

- **Protecció magnetotèrmica:**

- **Línia 1:** Protecció magnetotèrmica amb interruptors magnetotèrmics unipolars (3 per línia), de 16A.
- **Línia 2:** Protecció magnetotèrmica amb interruptors magnetotèrmics unipolars (3 per línia), de 10A.
- **Línia 3:** Protecció magnetotèrmica amb interruptors magnetotèrmics unipolars (3 per línia), de 10A.
- **Línia 4:** Protecció magnetotèrmica amb interruptors magnetotèrmics unipolars (3 per línia), de 16A.
- **Línia 5:** Protecció magnetotèrmica amb interruptors magnetotèrmics unipolars (3 per línia), de 16 A.
- **Línia 6:** Protecció magnetotèrmica amb interruptors magnetotèrmics unipolars (3 per línia), de 16A.



Fig. B.5. Quadre proteccions línies enllumenat públic.

- **Interruptors diferencials:**

La protecció per corrents de fuga, per sobrecàrrega o curtcircuit es realitza mitjançant relés diferencials amb transformadors incorporats i reconexió automàtica, (6 com a màxim en temps de 6, 16, 30, 59, 115 i 224 s). Amb sensibilitat regulable.

Hi ha instal·lats els models WLR-2R de la marca Círculo en les línies 1, 2, 3 i 4. En les línies 5 i 6 s'ha instal·lat relés diferencials de la marca Círculo model WRU-25-2R

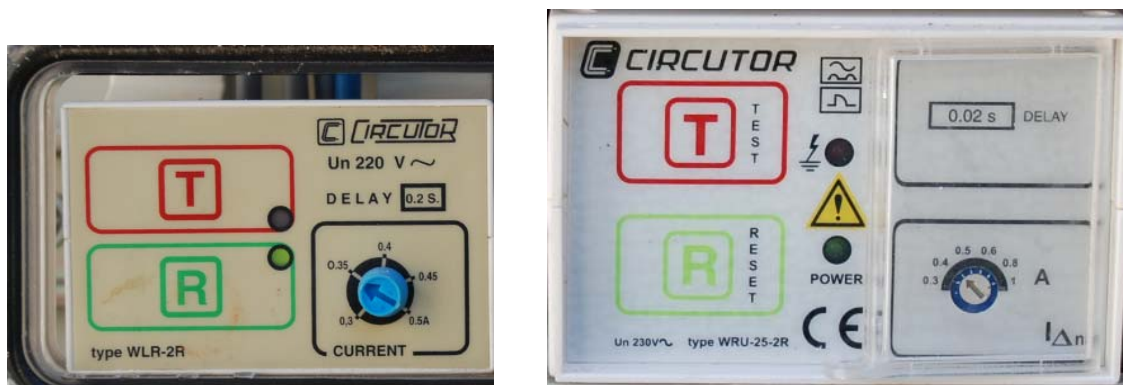


Fig. B.6. Quadre proteccions RM línies enllumenat públic.

Com a sistemes de regulació i control, consta de cèl·lula fotoelèctrica i interruptor horari astronòmic digital de la marca ORBIS, model DATA ASTRO.



Fig. B.7. Quadre, regulació i control, interruptor horari astronòmic.

B.3.1.2. Línies de distribució i escomesa

L'estructura de l'enllumenat públic del municipi es distribueix en sis línies que abasteixen tots els carrers del municipi. Aquestes línies estan instal·lades aèries i grapades superficialment per façana, amb un estat de conservació i manteniment correctes. No es preveu cap actuació en la instal·lació de les línies.

Totes les línies de distribució parteixen del mateix quadre, el qual està alimentat per una escomesa i disposa d'un equip de comptatge, el qual proporciona les dades de consum a la companyia subministradora, que és la que factura el consum elèctric de l'enllumenat.

Totes les línies de sortida del quadre Q1 es poden veure en plànol número 3.

- Línies de sortida:

- **Línia 1:** Casc antic (punts de llum número 1 al 33).
- **Línia 2:** Carrer Major (punts de llum número 34 al 55).
- **Línia 3:** Carrer Portal i escoles (punts de llum número 56 al 76).

- **Línia 4:** Plaça Pagesos (punts de llum número 77 al 94).
- **Línia 5:** Zona pista poliesportiva, part del carrer Onze de Setembre i la Travessia del carrer Onze de Setembre (punts de llum número 95 al 126).
- **Línia 6:** Carrer Onze de Setembre i accés a Torrebesses (punts de llum número 127 al 140).

- Punts de llum per línia:

- **Línia 1:** 33 punts de llum. 26 lluminàries de bàcul sobre façana de 100W, 3 faroles de 100W, 1 fanal de 100W i 3 lluminàries de bàcul sobre façana de 150W. Tots ells de VSAP amb dos nivells d'il·luminació.
- **Línia 2:** 22 punts de llum. 9 lluminàries de bàcul sobre façana de 100W i 13 lluminàries de bàcul sobre façana de 150W. Tots ells de VSAP amb dos nivells d'il·luminació.
- **Línia 3:** 21 punts de llum. 11 lluminàries de bàcul sobre façana de 100W, 1 farola de 100W i 9 lluminàries de bàcul sobre façana de 150W. Tots ells de VSAP amb dos nivells d'il·luminació.
- **Línia 4:** 18 punts de llum. 8 lluminàries de bàcul sobre façana de 100W, 1 lluminària de bàcul sobre façana de 150W i 9 focus de 250W. Els dos primers tipus són de VSAP amb dos nivells d'il·luminació i els focus són halogenurs.
- **Línia 5:** 32 punts de llum. 3 lluminàries de bàcul sobre façana de 100W, 8 faroles de 100W i 21 lluminàries de bàcul sobre columna de 150W. Tots ells de VSAP amb dos nivells d'il·luminació.
- **Línia 6:** 14 punts de llum. 14 lluminàries de bàcul sobre columna de 150W. Tots ells de VSAP amb dos nivells d'il·luminació.

B.3.1.3.- Punts de llum.

En aquest apartat es desglossa tots els diferents punts de llum que es troben instal·lats actualment en el municipi de Torrebesses.

Un punt de llum està compost principalment de: lluminària, làmpada i equips auxiliars.

- Lluminàries i làmpades

En l'estat actual de l'enllumenat públic de Torrebesses, actualment tenim 140 punts de llum. Gairebé tots tenen una disposició unilateral. Els tipus de lluminàries són de bàcul sobre columna o sobre paret de façana amb unes

làmpades de 100W o 150W (VSAP a doble nivell 2N), un fanal de 100W de potència i focus de 250W.

Tot seguit, en la següent taula B.1 es mostra tots els punts de llum que estan instal·lats en el municipi de Torrebesses descrits carrer per carrer. En el cas dels carrers sense nom, els quals apart de ser molt petits només tenen una lluminària, s'ha decidit agrupar-los en aquesta taula amb el nom de "Altres 1". En el cas de les faroles que estan aïllades s'ha decidit fer el mateix, però en aquest cas han estat agrupades amb el nom de "Altres 2".

Carrer	Nº punts de llum	Nº situació plànol	Disposició lluminària	Tipus lluminària	Model lluminària	Tipus làmpada	Potència làmpada (W)
Accés població	3	136-138	unilateral	bàcul sobre columna	STR-154/CC	VSAP-2N	150
c/ Major	10	37-46	unilateral	bàcul sobre façana	STR-154/CC	VSAP-2N	150
Travessera de Baix	2	47-48	unilateral	bàcul sobre façana	STR-154/CC	VSAP-2N	100
c/ Prat de la Riba	5	51-55	unilateral	bàcul sobre façana	STR-154/CC	VSAP-2N	100
c/ del mestre Emili Pujol	4	34-36, 78	unilateral	bàcul sobre façana	STR-154/CC	VSAP-2N	150
c/ del Portal	9	56-61, 74-76	unilateral	bàcul sobre façana	STR-154/CC	VSAP-2N	150
c/ de Sant Pablo	1	67	unilateral	bàcul sobre façana	STR-154/CC	VSAP-2N	100
c/ del Joc	3	31-33	unilateral	bàcul sobre façana	STR-154/CC	VSAP-2N	100
c/ del Castell	4	27-30	unilateral	bàcul sobre façana	STR-154/CC	VSAP-2N	100
c/ del Clavell	4	7-10	unilateral	bàcul sobre façana	STR-154/CC	VSAP-2N	100
c/ del Forn	1+3	6 + 19-20,22	unilateral	bàcul sobre façana	STR-154/CC	VSAP-2N	100 + 150
c/ del Porxo de Gort	2	4-5	unilateral	bàcul sobre façana	STR-154/CC	VSAP-2N	100

<i>c/ Nou</i>	1	21	unilateral	bàcul sobre façana	STR- 154/CC	VSAP- 2N	100
<i>c/ del Museu</i>	3	15-17	unilateral	bàcul sobre façana	STR- 154/CC	VSAP- 2N	100
<i>c/ del Toll</i>	7+1	1-3, 11, 13-14 + 12	unilateral + central	bàcul sobre façana + fanal penjat	STR- 154/CC + CLAMOT CLM- S/CC	VSAP- 2N	100
<i>c/ de la Cooperativa</i>	1	77	unilateral	bàcul sobre façana	STR- 154/CC	VSAP- 2N	100
<i>c/ del Planeta</i>	5	71-73, 87-88	unilateral	bàcul sobre façana	STR- 154/CC	VSAP- 2N	100
<i>Plaça dels pagesos</i>	9	79-86, 89	-	Focus	SNF300	SON-T	250
<i>Zona esportiva</i>	8	116- 123	unilateral	Farola	SM- 500/RT	VSAP- 2N	100
<i>c/ de la Parra</i>	5	90-94	unilateral	bàcul sobre façana	STR- 154/CC	VSAP- 2N	100
<i>Travessia c/ Onze de Setembre</i>	3	124- 126	unilateral	bàcul sobre façana	STR- 154/CC	VSAP- 2N	100
<i>c/ de la bàscula</i>	4	95-98	unilateral	bàcul sobre columna	STR- 154/CC	VSAP- 2N	150
<i>c/ Onze de Setembre</i>	28	99-115, 127- 135, 139- 140	unilateral	bàcul sobre columna	STR- 154/CC	VSAP- 2N	150
<i>Altres 1</i>	9	23, 24, 62-64, 66, 68- 70	unilateral	bàcul sobre façana	STR- 154/CC	VSAP- 2N	100
<i>Altres 2</i>	4	18, 24- 25, 65	-	Faroles	CLAMOT CLM- V/CC	VSAP- 2N	100

Taula B.1. Descripció dels punts de llum del municipi carrer per carrer.

En la següent taula B.2 es fa un estudi més detallat (dades necessàries per l'estudi luminotècnic) dels carrers més significatius, ja que aquests, més

endavant seran els utilitzats per calcular els nivells d'il·luminació i d'eficiència energètica.

Per escollir aquests carrers, s'ha tingut en compte els següents criteris:

- Ha de ser una mostra representativa dels carrers més significatius en el tema d'enllumenat públic, és a dir, els carrers més grans i llargs, amb més moviment de vianants i vehicles del municipi de Torrebesses.
- Han d'estar representades les diferents tipologies de vies. En aquest cas s'ha triat vies tipus D, ja que ho són la gran majoria de carrers del municipi, i una via tipus B.
- Han d'estar representades les tipologies de làmpades més utilitzades, que en aquest cas són les lluminàries de bàcul sobre columna o sobre paret de façana, és a dir, les que tenen una potència de 100W i de 150W. Aquest tipus de làmpades són el 84,3% de totes les instal·lades en el municipi de Torrebesses (140 punts de llum).

Com a resultat d'aquests criteris han estat triats els següents carrers:

- **c/ del Castell:** Via tipus D. Luminàries amb làmpades de 100W de potència.
- **c/ del Portal:** Via tipus D. Luminàries amb làmpades de 150W de potència.
- **c/ Major:** Via tipus D. Luminàries amb làmpades de 150W de potència.
- **c/ Onze de Setembre:** Via tipus B. Luminàries amb làmpades de 150W de potència.

Carrer	Nº punts de llum	Disposició lluminària	Separació entre lluminàries (m)	Altura muntatge (m)	Amplada (m)	Tipus lluminària	Flux lluminós (lm)	Factor manteniment
c/ del Castell	4	unilateral	16	7,30	4,5	STR-154/CC VSAP-2N 100W	10000	0,8
c/ del Portal	9	unilateral	25	7	6	STR-154/CC VSAP-2N 150W	17000	0,8
c/ Major	10	unilateral	25	7	6,5	STR-154/CC VSAP-2N 150W	17000	0,8
c/ Onze de setembre	28	unilateral	25	8.5	5	STR-154/CC VSAP-2N 150W	17000	0.8

Taula B.2. Descripció més detallada dels carrers més significatius.

Les característiques tècniques de les lluminàries que s'han identificat anteriorment estan descrites amb més detall en l'annex E, corresponent als catàlegs de les lluminàries utilitzades per realitzar l'auditoria energètica.

Tot seguit es mostren les diferents tipologies de lluminàries instal·lades en l'actualitat, indicant les principals característiques d'aquestes:

a) Carandini: STR-154/CC amb làmpada 100W / 150W VSAP-2N

Troblem dos tipus de lluminàries de la marca Carandini, model STR-154/CC, les que tenen una làmpada de 100W de potència i les que tenen una làmpada de 150W de potència. Totes dues làmpades són de Vsap. Aquestes lluminàries són de bàcul sobre columna o de bàcul sobre paret de façana.

Concretament hi ha 57 punts de llum amb làmpades de 100W de potència i 61 punts de llum amb làmpades de 150W.

Les principals característiques d'aquestes làmpades són:

- *Potència:* 100W i 150W.
- *Temperatura de color:* 2000K.
- *Eficàcia lluminosa:* 100 lm/W i 116,7 lm/W
- *Flux lluminós:* 10000lm i 17000lm.
- *Vida mitja:* 20000 hores.
- *Vida útil:* 10000 hores.

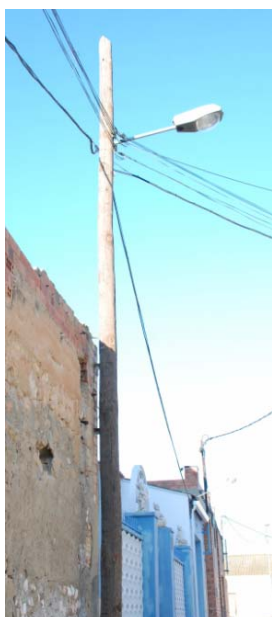


Fig. B.8. Luminària de bàcul sobre columna Carandini STR-154/CC.



Fig. B.9. Luminària de bàcul sobre façana.

b) Farola Carandini SILVERMON SM-500/RT amb làmpada de 100W VSAP-2N

Aquesta farola de la marca Carandini, model Silvermon SM-500/RT, és una farola de globus esfèric (aquesta serà la manera de referir-nos-li en les taules posteriors). Consta d'una làmpada de Vsap amb una potència de 100W.

Concretament hi ha 8 punts de llum. Les principals característiques d'aquestes làmpades són:

- *Potència:* 100W.
- *Temperatura de color:* 2000K.
- *Eficàcia Iluminosa:* 100 lm/W.
- *Flux Iluminós:* 10000lm
- *Vida mitja:* 20000 hores.
- *Vida útil:* 10000 hores.

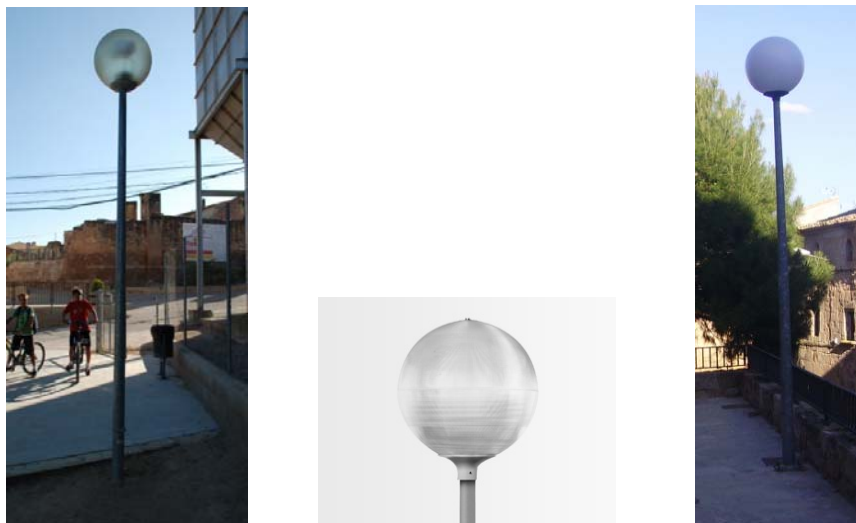


Fig. B.10. Farola Carandini SM-SILVERMON.

c) Farola Carandini CLAMOT CLM-V/ CC amb làmpada de 100W VSAP-2N

Aquesta farola de la marca Carandini, model Clamot CLM-V/CC, és una farola d'estil clàssic (aquesta serà la manera de referir-nos-li en les taules posteriors). Consta d'una làmpada de Vsap amb una potència de 100W.

Concretament hi ha 4 punts de llum. Les principals característiques d'aquestes làmpades són:

- *Potència:* 100W.
- *Temperatura de color:* 2000K.
- *Eficàcia Iluminosa:* 100 lm/W.
- *Flux Iluminós:* 10000lm.
- *Vida mitja:* 20000 hores.
- *Vida útil:* 10000 hores.



Fig. B.11. Farola Carandini CLM / CLAMOT

d) Fanal Carandini CLAMOT CLM-S/ CC amb làmpada de 100W VSAP-2N

En aquest cas només hi ha un punt de llum d'aquesta tipologia. És un fanal de la marca Carandini, model Clamot CLM-S/CC. Consta d'una làmpada de Vsap amb una potència de 100W.

Les principals característiques d'aquestes làmpades són:

- *Potència:* 100W.
- *T^a de color:* 2000K.
- *Eficàcia Iluminosa:* 100 lm/W.
- *Flux Iluminós:* 10000lm.
- *Vida mitja:* 20000 hores.
- *Vida útil:* 10000 hores.

e) Focus Philips SNF300 SON-T250W 230V K

Aquesta focus de la marca Philips, model SNF300, consta d'una làmpada tipus SON de 250W de potència. Hi ha 9 punts de llum instal·lats en la zona de la plaça de l'Església, per il·luminar aquest monument i la zona interior del mateix (són restes arquitectònics d'una església i l'espai interior és accessible i fa funcions d'equipament municipal si s'escau).



Fig. B.12. Focus Philips SNF300 SON-T250W 230V K

- Equips d'encesa

L'equip d'encesa de les diferents lluminàries està format bàsicament per balast electromagnètic i condensador, permetent el doble nivell de flux que es realitza en cada equip individualment, accionat per un rellotge astronòmic programat a tal efecte.

Existeix la possibilitat de substituir aquest sistema d'encesa per balast electrònic, per tal de millorar el rendiment de les làmpades i augmentar l'eficiència de la instal·lació. Depenent del tipus de làmpada el balast electrònic té característiques diferents en quan a la freqüència de funcionament.

B.3.1.4.- Sistemes de regulació i control

Degut a la peculiar distribució dels carrers de la població en lloc de tenir un circuit de tota la nit i un altre de mitja nit, és preferible efectuar aquesta instal·lació amb doble nivell de flux lumínic amb el que assegura una uniformitat en tots els carrers i places.

La instal·lació es regula mitjançant una cèl·lula fotoelèctrica i un interruptor horari astronòmic digital, amb discriminació de la programació per dies laborals.

També disposa d'un interruptor manual que permet l'encesa manual en cas d'averia o necessitat, actuant sobre el sistema donant la màxima potència a tots els circuits.

El pas del nivell de flux total a flux reduït es realitza a les 23h i 30 min.

L'interruptor horari astronòmic s'ajusta per zones geogràfiques, actualitza l'horari astronòmic cada 4 dies, disposa de commutació manual encesa – apagat dels dos circuits. Aquests circuits són un astronòmic i un altre programable amb possibilitat de discriminació els caps de setmana, festius i vespra de festius. També realitza el canvi horari d'estiu (hivern automàtic). No és apte per làmpades tipus Led.

B.3.2.- Anàlisi funcional de la instal·lació

Abans de començar amb la il·luminació d'una via pública, és precís conèixer tota una sèrie de dades prèvies al projecte, així com tots els condicionants que poden influir en la il·luminació de la via, que en molts aspectes seran imperatius legislatius o municipals, o simplement, de disposicions preestablertes per seguir una certa uniformitat urbana o interurbana, que ens obliga a disposar d'un tipus de material específic o d'una instal·lació que afecti directament al estudi del projecte i a la seva realització.

No obstant, pel desenvolupament del projecte és precís també conèixer unes dades de partida, que defineixin els paràmetres més importants a tenir en compte.

Entre aquestes dades prèvies, destaquem:

- Classificació de les vies.
- Establiment del tipus d'enllumenat a realitzar.
- Dades lumíniques precises.
- Nivells d'il·luminació

Totes les classificacions que es duren a terme posteriorment són d'acord amb el decret vigent del "*Ministeri d'Indústria, Turisme i comerç*". Aquest és el següent:

- REAL DECRET 1890/2008, de 14 de novembre, pel que s'aprova el *Reglament d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat exterior i les seves Instruccions tècniques complementaries EA-01 a EA-07*".

B.3.2.1.- Classificació de les vies

La identificació i classificació de les vies és el primer pas per la realització de l'anàlisi de l'enllumenat ja que serà el que ens indica les necessitats del mateix depenent de la funcionalitat de la mateixa.

En el municipi de Torrebesses es troba que la gran majoria de carrers són vies tipus D, que són les de baixa velocitat ($5\text{km/h} < v \leq 30\text{km/h}$), a excepció del carrer Onze de Setembre que és tipus B, ja que la velocitat és moderada ($30\text{km/h} < v \leq 60\text{km/h}$). Aquesta classificació de les vies ha estat obtinguda a partir de les taules que es mostren a continuació, les quals pertanyen a la ITC-EA-02.

Classificació	Tipus de via	Velocitat del trànsit rodant (km/h)
A	d'alta velocitat	$v > 60$
B	de velocitat moderada	$30 < v \leq 60$
C	carrils bici	--
D	de baixa velocitat	$5 < v \leq 30$
E	vies per a vianants	$v \leq 5$

Taula B.3. Classificació de les vies (ITC-EA-02)

Segons la classificació de la via es pot saber la classe d'enllumenat que li correspon a cada carrer. Aquesta classificació genèrica la indica les taules corresponents també a la ITC-EA-02, les quals estan descrites a continuació. En el cas d'aquest municipi es troba que les **vies tipus D (D3-D4)** tenen una classe d'enllumenat **S3 / S4**, mentre que la via **tipus B (B2)** té un enllumenat de classe **ME4b / ME5**:

Situacions del projecte	Tipus de vies	Classe d'enllumenat (*)
B1	<ul style="list-style-type: none"> • Vies urbanes secundaries de connexió a urbanes de trànsit important. • Vies distribuïdores locals i accessos a zones residencials i finques. <p>Intensitat de trànsit: IMD \geq 7000..... IMD $<$ 7000.....</p>	ME2 / ME3c ME4b / ME5/ ME6
B2	<ul style="list-style-type: none"> • Carreteres locals en àrees rurals. <p>Intensitat del trànsit i complexitat de la traçada de la carretera. IMD \geq 7000..... IMD $<$ 7000.....</p>	ME2 / ME3b ME4b / ME5

(*) Per totes les situacions de projecte B1 i B2, quan les zones pròximes siguin clares (fons clars), totes les vies de trànsit veuran incrementades les seves exigències a les de la classe d'enllumenat immediatament superior.

Taula B.4. Classes d'enllumenat per a vies tipus B (ITC-EA-02).

Situacions del projecte	Tipus de vies	Classe d'enllumenat (*)
C1	<ul style="list-style-type: none"> Carrils bici independents al llarg de la calçada, entre ciutats en àrea oberta i d'unió en zones urbanes. Flux de trànsit de ciclistes Alt..... Normal..... 	S1 / S2 S3 / S4
D1 – D2	<ul style="list-style-type: none"> Àrees d'aparcament en autopistes i autovies. Aparcaments en general Estacions d'autobusos Flux de trànsit de vianants Alt..... Normal..... 	CE1A / CE2 CE3 / CE4
D3 – D4	<ul style="list-style-type: none"> Carrers residencials suburbans amb aceres per vianants al llarg de la calçada. Zones de velocitat molt limitada. Flux de trànsit de persones i ciclistes Alt..... Normal..... 	CE2 / S1 / S2 S3 / S4

(*) Per totes les situacions d'enllumenat C1-D1-D2-D3 i D4, quan les zones pròximes siguin clares (fons clars), totes les vies de trànsit veuran incrementades les seves exigències a les de la classe d'enllumenat immediatament superior.

Taula B.5. Classes d'enllumenat per a vies tipus C i D (ITC-EA-02).

Situacions del projecte	Tipus de vies	Classe d'enllumenat (*)
E1	<ul style="list-style-type: none"> Espais per a vianants de connexió, carrers per a vianants i voreres al llarg de la calçada. Parades d'autobús amb zones d'espera. Àrees comercials per a vianants. Flux de trànsit de vianants Alt..... Normal..... 	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4
E2	<ul style="list-style-type: none"> Zones comercials amb accés restringit i ús prioritari de vianants. Flux de trànsit de vianants Alt..... Normal..... 	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4

(*) Per totes les situacions d'enllumenat E1 i E2, quan les zones pròximes siguin clares (fons clars), totes les vies de trànsit veuran incrementades les seves exigències a les de la classe d'enllumenat immediatament superior.

Taula B.6. Classes d'enllumenat per a vies tipus E (ITC-EA-02).

En el cas del municipi que s'està estudiant, Torrebesses, els seus carrers estan classificats de la següent manera, tal com indica la pròxima taula B.7.

Carrer	Velocitat del trànsit rodat (km/h)	Classificació de la via	Classe d'enllumenat
<i>Accés població</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ Major</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>Travessera de Baix</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ Prat de la Riba</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ del mestre Emili Pujol</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ del Portal</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ de Sant Pablo</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ del Joc</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ del Castell</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ del Clavell</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ del Forn</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ del Porxo de Gort</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ Nou</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ del Museu</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ del Toll</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ de la Cooperativa</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>c/ del Planeta</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>Plaça dels pagesos</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
<i>Zona esportiva</i>	vies per a vianants $v \leq 5$	E1	S2 / S3 / S4
<i>c/ de la Parra</i>	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4

Travessia c/ onze de setembre	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
c/ de la bàscula	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
c/ Onze de setembre	de velocitat moderada $30 < v \leq 60$	B2	ME4b / ME5
Altres 1	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4
Altres 2	de baixa velocitat $5 < v \leq 30$	D3 – D4	S3 / S4

Taula B.7. Tipologia i classe d'enllumenat de les vies de Torrebesses

B.3.2.2.- Nivells d'il·luminació

- Nivells d'il·luminació de les vies segons la normativa:**

Un cop classificades les vies amb els seus tipus d'enllumenat corresponents segons la normativa vigent ITC-EA-02, ara s'ha de tenir en compte la il·luminació mínima per a cada classe d'enllumenat. En aquest cas trobem aquests valors en les següents taules:

Classe d'enllumenat	Luminància de la superfície de la calçada en condicions seques			Enlluernament Pertorbador	Il·luminació d'entorn
	Luminància ⁽⁴⁾ Mitja Lm (cd/m ²) ⁽¹⁾	Uniformitat global U _o [mínima]	Uniformitat Longitudinal U _L [mínima]	Increment Umbral TI (%) ⁽²⁾ [màxim]	Relació entorn SR ⁽³⁾ [mínima]
ME1	2,00	0,40	0,70	10	0,50
ME2	1,50	0,40	0,70	10	0,50
ME3a	1,00	0,40	0,70	15	0,50
ME3b	1,00	0,40	0,60	15	0,50
ME3c	1,00	0,40	0,50	15	0,50
ME4a	0,75	0,40	0,60	15	0,50
ME4b	0,75	0,40	0,50	15	0,50
ME5	0,50	0,35	0,40	15	0,50
ME6	0,30	0,35	0,40	15	Sense requisits

⁽¹⁾ Els nivells de la taula són valors mínims en servei amb manteniment de la instal·lació d'enllumenat, a excepció de (TI), que són valors màxims inicials. Amb la finalitat de mantenir aquests nivells de servei, s'ha de considerar un factor de manteniment (f_m) elevat que dependrà de la làmpada adoptada, del tipus de lluminària, grau de contaminació de l'aire i modalitat de manteniment preventiu.

⁽²⁾ Quan s'utilitzin fonts de llum de baixa luminància (làmpades fluorescents i de vapor de sodi a baixa pressió), poden permetre's un augment de 5% del increment llindar (TI).

⁽³⁾ La relació entorn SR ha d'aplicar-se en aquelles vies de trànsit rodat on no existeixin altres àrees contingudes a la calçada que tinguin els seus propis requisits. L'amplada de les bandes adjacents per la relació entorn SR serà igual com a mínim a la d'un carril de trànsit, es recomana a ser possible 5m d'amplada.

⁽⁴⁾ Els valors de luminància donats poden convertir-se en valors d'il·luminació, multiplicant els primers pel coeficient R (segons C.I.E) del paviment utilitzat, agafant un valor de 15 quan aquest no es conegui.

Taula B.8. Series ME de classe d'enllumenat per vials secs tipus A i B (ITC-EA-02).

Classe d'enllumenat ⁽¹⁾	Il·luminació horitzontal en l'àrea de la calçada	
	Il·luminació Mitja Em (lux) ⁽¹⁾	Il·luminació mínima Emin (lux) ⁽¹⁾
S1	15	5
S2	10	3
S3	7.5	1.5
S4	5	1

⁽¹⁾ Els nivells de la taula són valors mínims en servei amb manteniment de la instal·lació d'enllumenat. Amb la finalitat de mantenir aquests nivells de servei, s'ha de considerar un factor de manteniment (f_m) elevat que dependrà de la làmpada adoptada, del tipus de lluminària, grau de contaminació de l'aire i modalitat de manteniment preventiu.

Taula B.9. Series S de classe d'enllumenat per vials tipus D i E (ITC-EA-02).

- **Nivells d'il·luminació teòrics segons el tipus d'instal·lació:**

En aquest apartat estan descrits els nivells d'il·luminació teòrics de la instal·lació considerant les lluminàries actuals en la seva instal·lació inicial. Aquest nivells han estat obtinguts a partir d'un programa informàtic de càlcul d'il·luminació de la casa Carandini, LUMCAL-WIN V.2. Tots els resultats estan més detallats en l'annex C de càlculs. En aquest apartat es destaquen els resultats més rellevants.

En aquest cas, per les mesures realitzades com a treball de camp, s'ha triat una mostra representativa dels carrers més significatius seguint els criteris explicats anteriorment.

Concretament han estat triats: el carrer del Castell (via tipus D), el carrer Major (via tipus D), el carrer del Portal (via tipus D) i el carrer amb més circulació de vehicles, com és el carrer Onze de Setembre (via tipus B).

Carrer	Il·luminació (lux)			Uniformitat	
	E_m	E_{min}	E_{max}	U_m	U_g
c/ del Castell	37	21	54	0,58	0,40
c/ del Portal	34	12	74	0,36	0,17
c/ Major	33	12	74	0,35	0,16
c/ Onze de setembre	29	14	52	0,47	0,27

on:
 E_m = Il·luminació mitja (lux).
 E_{min} = Il·luminació mínima (lux).
 E_{max} = Il·luminació màxima (lux).
 U_m = Uniformitat mitja de il·luminacions.
 U_g = Uniformitat general de il·luminacions.

Taula B.10. Resultats teòrics d'il·luminació en l'estat actual

- **Nivells d'il·luminació reals segons dades de camp:**

Amb les dades cercades en el treball de camp es calcula el nivell d'il·luminació real dels carrers estudiats. El nivell d'il·luminació fa referència als dos nivells de flux de la instal·lació.

Aquest nivells han estat mesurats “in situ” amb un luxímetre (totes les mesures preses estan descrites amb detall en l'annex D). Tot seguit s'ha utilitzat diferents mètodes de càlcul per trobar la il·luminació mitja, tots ells descrit en l'annex C de càlculs.

Encara que els resultats dels diferents mètodes emprats pel càlcul, han donat molt semblant, s'ha triat els resultats obtinguts pel mètode dels 9 punts, ja que aquest és més precís.

En aquest cas, per les mesures realitzades com a treball de camp, s'ha triat una mostra representativa dels carrers més significatius seguint els criteris explicats anteriorment.

Concretament han estat triats: el carrer del Castell (via tipus D), el carrer Major (via tipus D), el carrer del Portal (via tipus D) i el carrer amb més circulació de vehicles, com és el carrer Onze de Setembre (via tipus B). En aquest últim cas s'han realitzat dues mesures, una en un tram on hi ha habitatges davant, i l'altra en un tram sense habitatges

En la següent taula es mostra un resum dels resultats mesurats:

Carrer	SENSE REDUCCIÓ FLUX					AMB REDUCCIÓ FLUX				
	Il·luminació (lux)			Uniformitat		Il·luminació (lux)			Uniformitat	
	E_m	E_{min}	E_{max}	U_m	U_g	E_m	E_{min}	E_{max}	U_m	U_g
<i>c/ del Castell</i>	33,81	14,1	53,8	0,42	0,26	18,33	9,5	27,6	0,52	0,34
<i>c/ del Portal</i>	31,86	14,1	66,9	0,44	0,21	20,43	9,5	39,1	0,46	0,26
<i>c/ Major</i>	32,85	18,3	53,2	0,56	0,34	13,26	8,1	21,8	0,61	0,37
<i>c/ Onze de setembre 1</i>	28,24	14,6	52,5	0,52	0,28	13,04	8	22,5	0,61	0,36
<i>c/ Onze de setembre 2</i>	30,80	21,8	54	0,71	0,40	17,27	12,1	29,5	0,70	0,41

on:

E_m = Il·luminació mitja (lux).

E_{min} = Il·luminació mínima (lux).

E_{max} = Il·luminació màxima (lux).

U_m = Uniformitat mitja de il·luminacions.

U_g = Uniformitat general de il·luminacions.

Taula B.11. Resultats d'il·luminació reals segons mesures realitzades

• Comparativa dels resultats

La següent taula B.12 mostra una comparativa dels resultats d'il·luminació mitja obtinguts, tant teòricament com pràcticament, mitjançant les mesures realitzades. S'han tingut en compte els resultats d'il·luminació quan no hi ha reducció de flux.

Carrer	IL·LUMINACIÓ (lux)	
	Teòric	Real
c/ del Castell	37	33,81
c/ del Portal	34	31,86
c/ Major	33	32,85
c/ Onze de setembre	29	28,24

Taula B.12. Comparativa resultats d'il·luminació en l'estat actual.

Com es pot veure en aquesta taula B.12, tant els resultats de les mesures reals com els resultats teòrics trobats mitjançant programes informàtics, són bastant semblants, encara que els valors dels resultats reals són una mica més baixos que els valors teòrics, això possiblement és degut al factor manteniment i factor de depreciació i envelliment.

B.3.3.- Anàlisi energètic de les instal·lacions

B.3.3.1.- Potència instal·lada

Com s'ha dit en el inventari, el municipi de Torrebesses disposa de 140 punts de llum. D'aquests, 70 lluminàries són de 100W, 61 lluminàries són de 150W i 9 lluminàries són de 250W.

En aquest apartat es desglossa la potència instal·lada, la qual es calcula fent la suma de les potències de les làmpades ($P_{\text{inst}} = \sum W_i$).

En la següent taula B.13 es mostra la potència instal·lada per línia i la total de la instal·lació, la qual és de 18,4 KW.

Línies quadre Q1	Punts de llum de 100 W	Punts de llum de 150 W	Punts de llum de 250 W	Potència instal·lada (W)	Potència instal·lada (kW)
Línia 1	30	3	0	3450	3,45
Línia 2	9	13	0	2850	2,85
Línia 3	12	9	0	2550	2,55
Línia 4	8	1	9	3200	3,20
Línia 5	11	21	0	4250	4,25
Línia 6	0	14	0	2100	2,10
TOTAL	70	61	9	18400	18,40

Taula B.13. Potència instal·lada actualment.

B.3.3.2.- Potència real de consum

Per saber la potència real consumida, s'han fet les mesures corresponents tant d'intensitat com de voltatge. Aquestes s'han fet quan l'enllumenat estava a ple rendiment de flux i quan estava amb reducció de flux. Aquestes mesures es poden veure en l'annex D. La següent taula ens indica la potència reduïda per línia i la total.

Línies Q1	Fases	Intensitat (A)		Voltatge (V)		Potencia (W)	
		Flux total	Flux reduït	Flux total	Flux reduït	Flux total	Flux reduït
Línia 1	F_R	9,6	6,5	228	230	2188,8	1495
	F_S	3,7	2,5	227	230	839,9	575
	F_T	8,9	5,7	227	230	2020,3	1311
	Total					5049	3381
Línia 2	F_R	2,7	1,7	229	230	618,3	391
	F_S	5,7	5,4	228	230	1299,6	1242
	F_T	5	5,4	228	230	1140	1242
	Total					3057,9	2875
Línia 3	F_R	5,8	4,3	227	230	1316,6	989
	F_S	3,6	4,1	228	229	820,8	938,9
	F_T	3,9	3	228	230	889,2	690
	Total					3026,6	2617,9
Línia 4	F_R	5,2	3	227	229	1180,4	687
	F_S	5,2	3,2	229	230	1190,8	736
	F_T	4,4	2,5	228	229	1003,2	572,5
	Total					3374,4	1995,5
Línia 5	F_R	2,9	1,7	227	229	658,3	389,3
	F_S	2,7	1,7	228	230	615,6	391
	F_T	4,5	3	229	230	1030,5	690
	Total					2304,4	1470,3
Línia 6	F_R	7,5	5,2	228	230	1710	1196
	F_S	8,6	6,9	228	230	1960,8	1587
	F_T	7,1	5,3	229	230	1625,9	1219
	Total					5296,7	4002
TOTAL						22.109	16.341,7

Taula B.14. Potència real de consum estat actual.

B.3.3.3.- Consum elèctric

En aquest apartat es mostren els consums elèctrics dels últims tres anys (2007, 2008 i 2009), els quals han estat facilitats per l'Ajuntament de Torrebesses. Aquests estan detallats en la taula i el gràfic següents:

Mes	Consum 2007 (kWh)	Consum 2008 (kWh)	Consum 2009 (kWh)
Gener	-	16200	15025
Febrer	-	-	-
Març	13145	13693	11650
Abril	16264	2811	5479
Maig	10955	4757	5979
Juny	5277	4158	4864
Juliol	3518	-	-
Agost	-	5262	4605
Setembre	10949	5160	4920
Octubre	-	6618	5955
Novembre	12567	7196	6555
Desembre	-	7279	7893
TOTAL	72.675	73.134	72.925

Taula B.15. Consums elèctrics 2007, 2008 i 2009.

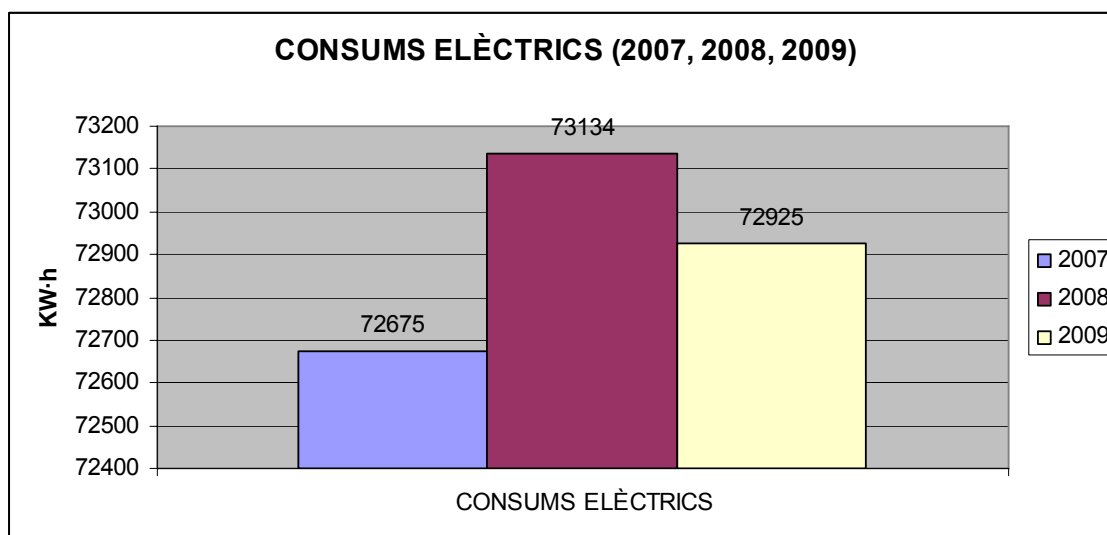


Fig. B.13. Gràfic dels consums elèctrics en l'estat actual

B.3.3.4.- Facturació elèctrica

En aquest apartat es mostra la facturació detallada dels últims tres anys (2007, 2008 i 2009), la qual ha estat facilitada per l'Ajuntament de Torrebesses. Aquesta facturació ha estat de 8144€, 9604€ i 8940€, respectivament. S'ha de tenir en compte que aquests imports són exageradament alts, ja que

Torrebesses és un municipi petit que només consta de 300 habitants. Això suposa un cost per habitant / any de 27€ a 32€.

Tot seguit es mostra una taula amb els imports detallats per factures rebudes. També s'adjunta una gràfica per tal de fer-ho més visual.

Mes	Import 2007 (€)	Import 2008 (€)	Import 2009 (€)
Desembre – Gener	1.440,40	2.290,8	2144,65
Febrer – Març	1.245,50	1.997,69	1652,44
Abril – Maig	1.057,32	1281,96	1538,39
Juny – Juliol	1040,11	1019,32	1300,54
Agost – Setembre	1.574,79	1160,16	1397,01
Octubre – Novembre	1.786,54	1854,56	1807,86
TOTAL Enllumenat	8.144,66	9604,49	8940,89

Taula B.16. Facturació detallada del 2007, 2008 i 2009.

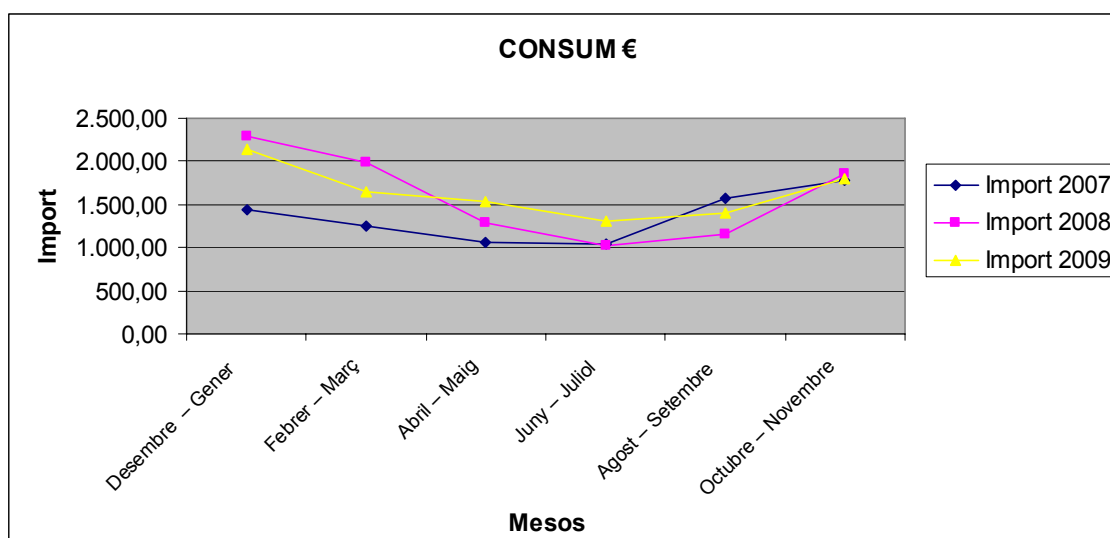


Fig. B.14. Gràfica de la facturació dels anys 2007, 2008, 2009.

Com es pot veure en la gràfica els mesos on la facturació és més elevada són en els mesos d'hivern, ja que es necessita un major nombre d'hores d'il·luminació en l'enllumenat públic.

B.3.3.5.- Eficiència energètica.

Després de classificar les vies, la instal·lació d'enllumenat exterior ha de complir un requisit mínim d'eficiència energètica. Com no es pot calcular un valor genèric per tota la instal·lació, ja que aquesta està formada per diferents tipus de lluminàries amb diferents tipus de làmpades, s'ha optat per calcular l'eficiència energètica dels carrers més significatius. Els requisits estan establerts en la ITC-EA-01. Tots ells detallats en les següents taules.

Il·luminació mitja en Servei E_m (lux)	EFICIÈNCIA ENERGÈTICA MÍNIMA $(\frac{m^2 \cdot lux}{W})$
≥ 30	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
$\leq 7,5$	9,5

Nota – Per valors d'il·luminació mitja projectada compresos entre els valors indicats en la taula, la eficiència energètica de referència s'obtidran per interpolació lineal.

Taula B.17. Requisits mínims d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat vial funcional per vies tipus A i B (ITC-EA-01).

Il·luminació mitja en Servei E_m (lux)	EFICIÈNCIA ENERGÈTICA MÍNIMA $(\frac{m^2 \cdot lux}{W})$
≥ 20	9
15	7,5
10	6
7,5	5
≤ 5	3,5

Nota – Per valors d'il·luminació mitja projectada compresos entre els valors indicats en la taula, la eficiència energètica de referència s'obtidran per interpolació lineal.

Taula B.18. Requisits mínims d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat vial ambiental per vies tipus C, D i E (ITC-EA-01).

En la següents taula hi ha un resum de la comparativa dels resultats d'eficiència energètica, obtinguts tant de manera teòrica com a partir de les mesures realitzades. Es pot comprovar que en tots els casos compleix la normativa. L'obtenció d'aquests valors està detallada en l'annex C de càlculs.

Carrer	EFICIÈNCIA ENERGÈTICA							
	Normativa		Teòrica			Real		
	E_{ms} (lux)	ϵ ($m^2 \cdot lux$ / W)	E_{ms} (lux)	ϵ ($m^2 \cdot lux$ / W)		E_{ms} (lux)	ϵ ($m^2 \cdot lux$ / W)	
c/ del Castell	≥ 20	9	29,60	21,31	✓	27,05	19,47	✓
c/ del Portal	≥ 20	9	27,20	27,20	✓	25,49	25,49	✓
c/ Major	≥ 20	9	26,40	28,60	✓	26,28	28,47	✓
c/ Onze de Setembre	≥ 20	19,46	23,20	19,33	✓	24,64	20,53	✓

on:
 E_{ms} = Il·luminació mitja en servei, considerant el manteniment previst (lux).
 ϵ = Eficiència energètica de la instal·lació d'enllumenat exterior ($m^2 \cdot lux$ / W).

Taula B.19. Comparativa resultats d'eficiència energètica estat actual.

- **Qualificació Energètica de la instal·lació d'enllumenat:**

Les instal·lacions d'enllumenat exterior es qualifiquen en funció del seu Índex d'Eficiència Energètica (I_E), que es defineix com el quocient entre l'eficiència energètica de la instal·lació (ϵ) i el valor d'eficiència energètica de referència (ϵ_R) en funció del nivell d'il·luminació mitja en servei projectada.

Amb la finalitat de facilitar la interpretació d'aquesta qualificació energètica de la instal·lació i en consonància amb altres reglamentacions, es defineix una etiqueta que caracteritza el consum d'energia de la instal·lació mitjançant una escala de set lletres que va des de la lletra A (instal·lació més eficient i amb menys consum d'energia) a la lletra G (instal·lació menys eficient i amb més consum d'energia). L'índex utilitzat per l'escala de lletres serà l'índex de consum energètic (ICE) que es igual a l'inversa de l'índex d'eficiència energètica.

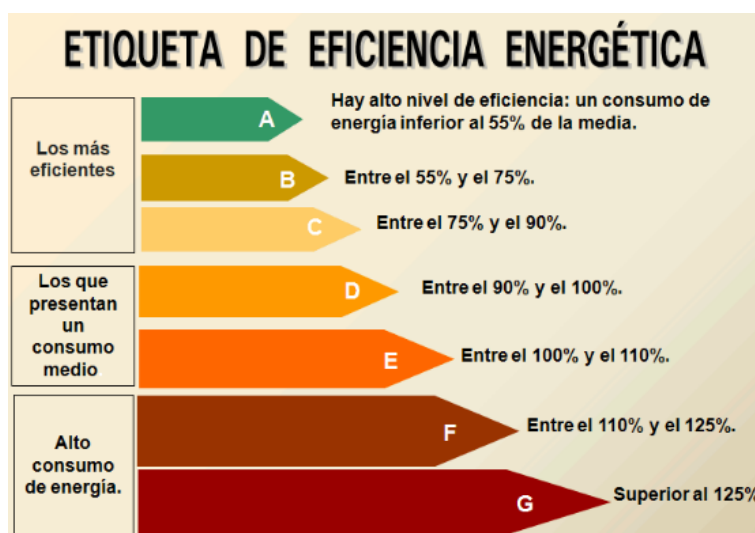


Figura B.15.- Etiqueta d'eficiència energètica.

En el cas del municipi de Torrebesses s'han trobat els valors d'índex d'eficiència energètica pels resultats d'il·luminació teòrics i pels resultats d'il·luminació reals, tots ells estan amb més detall en l'annex C de càlculs.

S'ha de tenir en compte que el carrer del Castell, el carrer del Portal i el carrer Major són considerats enllumenat vial ambiental, mentre que el carrer Onze de Setembre es considera enllumenat vial funcional.

En la taula B.20 es pot veure la comparació segons les dos il·luminacions que s'han calculat. Es pot apreciar que tant per la il·luminació teòrica com la real, s'han obtingut les mateixes etiquetes.

Carrer	Segons il·luminació teòrica				Segons il·luminació real			
	Ems (lux)	ϵ_R (m ² ·lux / W)	I ϵ	Qualificació Energètica	Ems (lux)	ϵ_R (m ² ·lux / W)	I ϵ	Qualificació Energètica
c/ del Castell	29,60	13	1,64	A	27,05	13	1,50	A
c/ del Portal	27,20	13	2,09	A	25,49	13	1,96	A
c/ Major	26,40	13	2,2	A	26,28	13	2,19	A
c/ Onze de Setembre	23,20	27,92	0,69	D	24,64	28,78	0,71	D

on:
Ems = Il·luminació mitja en servei projectada.
 ϵ_R = Eficiència energètica de referència
I ϵ = Índex d'eficiència energètica

Taula B.20. Qualificació Energètica en l'estat actual segons il·luminació teòrica i real.

B.3.4.- Manteniment i gestió. Horaris de funcionament

- *Manteniment*: Periòdicament es realitza inspecció visual dels diferents elements de la instal·lació, procedint a la reparació o substitució dels elements danyats o amb mal funcionament.
- *Regim de funcionament general*: Aquest representa que funciona a màxim flux lluminós, des de la connexió automàtica en el quadre de regulació i control fins que aquest mateix sistema de control acciona el nivell reduït de flux.
- *Regim de funcionament reduït*: A partir de les 23h i 30 min. el quadre de control acciona el nivell reduït de flux fins a que aquest mateix quadre el desactiva i desconnecta l'encesa dels diferents circuits d'enllumenat.
- *Horari anual de funcionament*: Segons s'especifica en l'annex C de càlculs justificatius de consum, el número d'hores de funcionament anual aproximat és de 4.300 hores.

B.4.- ANÀLISI DE LES ALTERNATIVES CORRECTORES

Per tal de millorar l'eficiència i reduir el consum elèctric, s'analitzarà la possibilitat de substituir la tecnologia existent per una altra amb majors prestacions.

Es detecta que el sistema de control actual basat en fotocèl·lules i rellotge astronòmic amb horaris programats que permeten una adequació horària en funció del tipus de dia (laboral / festiu) i de l'època de l'any (estiu / hivern) és adient, així que queda descartat preveure la implantació d'un nou sistema de control ja que suposa una inversió alta, difícilment assumible pel llarg període de retorn (aprox. 17 anys).

En relació a les làmpades utilitzades actualment es proposarà la disminució de la potencia de les mateixes o el canvi de tecnologia elèctrica a tecnologia electrònica (LED's).

També es preveurà la substitució dels equips individuals d'encesa, analitzant solucions que contemplin la substitució dels actuals equips per equips amb balasts electrònics.

Considerant l'exposat en aquest apartat es preveu analitzar tres alternatives, descartant altres per la tipologia de la instal·lació i del carrers (amplada de carrers, voreres, transit de vehicles agrícoles, sistema d'instal·lació, etc.). Aquestes alternatives són les següents:

- **Alternativa 1** → Millora de l'ús de balasts electrònics i substitució de les làmpades VSAP per altres de menor consum també de tipus VSAP. Aquesta alternativa es pot aplicar a tots els punts de llum amb làmpades de 100W i 150W.
- **Alternativa 2** → Millora de l'ús de balasts electrònics i substitució de les làmpades VSAP per altres de menor consum de vapor de mercuri amb halogenurs (VMH). Aquesta alternativa es pot aplicar a totes els punts de llum amb làmpades de 100W i 150W.
- **Alternativa 3** → Substitució dels actuals punts de llum per altres amb tecnologia LED. Seria d'aplicació a tots els punts de llum.

Tot seguit s'expliquen les característiques principals de les anteriors alternatives:

- **Consideracions sobre els balasts electrònics d'alta freqüència:**

Aquests operen amb làmpades de descàrrega en gas amb una freqüència de servei de 30 a 40kHz.

En el cas de làmpades de mercuri, halogenurs metàl·lics i sodi alta pressió, operen amb una freqüència de servei de 1,8kHz per a l'encesa de làmpades fredes i polsos d'arrencada fins a 2,5kHz, i per a l'encesa de làmpades calentes 22,5kHz i un valor constant de voltatge d'arrencada.

- **Avantatges:**

- Encesa instantània de la làmpada.
- Servei sense parpelleig, no existeix l'efecte estroboscòpic.
- Alt factor de potència, no necessita condensadors de compensació.
- Servei amb funcionament altern o continu amb la mateixa intensitat lluminosa.
- Absència de soroll molest.
- Major vida de la làmpada, menor cost de manteniment.
- Alta seguretat de servei al desconnectar automàticament la làmpada quan aquesta presenta defectes en el funcionament.
- Reducció fins un 25% del consum de potència.

- **Inconvenients:**

- Tenen un elevat cost.
- Són sensibles a les tronades amb aparell elèctric.
- És una tecnologia molt nova i està desenvolupant-se.

- **Consideracions sobre la tecnologia LED:**

Les làmpades de diode d'emissió de llum (LED) seran sens dubte la tecnologia predominant en la llum del futur (és tecnologia electrònica). Un estudi publicat en el Regne Unit per Energy Research Center ha mostrat mitjançant l'ús de models, que utilitzar LED's de forma generalitzada podria suposar el 80% de reducció en l'any 2031 i que aquest estalvi podria incrementar-se al 87% en l'any 2050, una vegada que els LED's es converteixin en l'única tecnologia disponible en el mercat. La tecnologia LED ofereix gran estalvi energètic i és regulable, a més a més, la llum blanca que genera és una alternativa real a altres tipus d'il·luminació.

- **Avantatges:**

- Elevat nivell de lluentor i intensitat.
- Elevada eficiència.
- Baix voltatge i reduïts requisits de potència.
- Color de baixa radiació.
- Alta fiabilitat.
- Sense raigs ultraviolats.
- Llarga durada de la làmpada (50.000 hores).
- Fàcil control i programació.
- Són respectuosos amb el medi ambient, utilitzen pocs materials i no contenen mercuri.

- **Inconvenients:**

- Tenen un elevat cost.
- Són sensibles a les tronades amb aparell elèctric.
- És una tecnologia molt nova i està desenvolupant-se.

Abans d'analitzar les diferents alternatives que es proposen com a solució, s'ha de demostrar que aquestes alternatives són vàlides pels carrers d'aquest municipi, és a dir, que compleixen amb la normativa vigent.

Per demostrar-ho s'ha fet l'estudi d'il·luminació en cada alternativa amb els carrers ja seleccionat anteriorment en l'estat actual, segons els criteris esmentats. S'han triat els carrers amb les lluminàries amb més importància (quantitat de punts de llum) que són les de bàcul de 100W i 150W, ja que són el 84,3% de les lluminàries totals del municipi. Concretament són: el carrer del Castell (via tipus D i làmpades de 100W), el carrer del Portal (via tipus D i làmpades de 150W) i el carrer Onze de Setembre (via tipus B i làmpades de 150W). Aquest estudi està més detallat en l'annex B de càlcul.

Els requisits mínims són exigits per la següent normativa vigent:

- REAL DECRET 1890/2008, de 14 de novembre, pel que s'aprova el *Reglament d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat exterior i les seves Instruccions tècniques complementaries EA-01 a EA-07*”.

El primer requisit que s'ha de complir segons el “Reglament d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat exterior” és el de la ITC-EA-04 “Components instal·lacions”, el qual indica que les làmpades utilitzades en les instal·lacions d'enllumenat exterior han de tenir una **eficàcia lluminosa superior al 65 lum/W**, per enllumenats vial, específics i ornamental. La següent taula ens mostra que les tres alternatives proposades compleixen aquest requisit.

	Lluminària	Flux Iluminós (lum)	Potència (W)	Eficàcia lluminosa (lum/W)	
Actual	STR 154/CC Vsap -100W 2N T	10000	100	100	✓
	STR 154/CC Vsap - 150W 2N T	17500	150	116.7	✓
Alternativa 1	STR-154/CC Vsap - 70W 2N c/arranca T	6000	70	85.71	✓
Alternativa 2	STR-154/GC Vmh - 70W / T Cer.	6300	70	90	✓
Alternativa 3	CitySoul Led BGP430 16 x GRN - 1S/740.DC	1680	21	80	✓
	CitySoul Led BGP430 32 x ECO - 1S/830.DW	4736	58	81.7	✓

Taula B.21. Eficàcia lluminosa estat actual i alternatives. Compliment dels requisits exigits.

Ara es demostra que compleixen amb els requisits dels nivells d'il·luminació de la ITC-EA-02. Pel carrer del Castell s'ha considerat una via tipus D4 amb una classe d'enllumenat S4, pel carrer del Portal s'ha considerat una via tipus D3

amb una classe d'enllumenat S3 i pel carrer Onze de Setembre s'ha considerat una via B2 amb un enllumenat ME5. En la següent taula està la comparativa dels resultats que s'han obtingut mitjançant un programa informàtic, els qual estan més detallats en l'annex C de càlculs.

		NORMATIVA	TEÒRICA ACTUAL	ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2		ALTERNATIVA 3	
c/ del Castell (S3)	E_m	5	37	20	✓	25	✓	7	✓
	E_{min}	1	21	10	✓	11	✓	5	✓
c/ del Portal (S4)	E_m	7,5	34	13	✓	16	✓	10.7	✓
	E_{min}	1,5	12	4	✓	4	✓	6.2	✓
c/ Onze de Setembre (ME5)	L_m	0,5	2	0,67	✓	1	✓	0.7	✓
	U_o	0,35	0,70	0,66	✓	0.50	✓	0.72	✓
	U_L	0,40	0,85	0,83	✓	0.70	✓	0.8	✓
	TI	15	8,62	5,78	✓	8.26	✓	6	✓
	SR	0,50	0,65	0,65	✓	0,72	✓	0.7	✓
on: E_m = Il·luminació mitja (lux). [VALOR MÍNIM]. E_{min} = Il·luminació mínima (lux). [VALOR MÍNIM]. L_m = Luminància mitja (cd/m^2). [VALOR MÍNIM]. U_o = Uniformitat global. [VALOR MÍNIM]. U_L = Uniformitat longitudinal. [VALOR MÍNIM]. TI = Increment Umbral (%). [VALOR MÀXIM]. SR = Relació entorn. [VALOR MÍNIM].									

Taula B.22. Compliment normativa exigida del nivell il·luminació de les alternatives.

Tot seguit es demostra que també compleixen amb els requisits mínims d'eficiència energètica de la ITC-EA-01.

		NORMATIVA		TEÒRIC		
		Ems	ϵ	Ems	ϵ	
Actual	c/ del Castell	≥ 20	9	29,60	21,31	✓
	c/ del Portal	≥ 20	9	27,20	27,20	✓
	c/ Onze de Setembre	23,30	19,1	23,20	19,33	✓
Alternativa 1	c/ del Castell	16	7,8	16	16,46	✓
	c/ del Portal	10,40	6,12	10,40	22,29	✓
	c/ Onze de Setembre	8,80	10,8	8,80	15,71	✓
Alternativa 2	c/ del Castell	20	9	20	20,57	✓
	c/ del Portal	12,80	6,84	12,80	27,43	✓
	c/ Onze de Setembre	12	13,2	12	21,43	✓
Alternativa 3	c/ del Castell	5,60	3,86	5,60	19,20	✓
	c/ del Portal	8,56	5,42	8,56	22,14	✓
	c/ Onze de Setembre	$\leq 7,5$	9,5	7,48	16,12	✓

on:
 E_{ms} = Il·luminació mitja en servei, considerant el manteniment previst (lux).
 ϵ = Eficiència energètica de la instal·lació d'enllumenat exterior ($m^2 \cdot lux / W$).

Taula B.23. Compliment de l'eficiència energètica en les alternatives..













Un cop demostrat que les tres alternatives són vàlides, es pot passar a analitzar-les més detalladament.

B.4.1.- Alternativa 1

Aquesta alternativa consisteix en la substitució dels equips d'encesa actuals per balasts electrònics i les làmpades de 100W i 150W de VSAP per altres de VSAP de menor consum, de 70W. Així s'aconsegueix mantenir l'estètica actual del municipi.

En l'últim cas de lluminàries que hi trobem en el municipi, els focus, que actualment són de 250W, s'ha optat per utilitzar uns focus de la mateixa marca però un model inferior (Philips SNF100), que conserven el mateix tipus de làmpada (SON), però amb una potència de 150W.

En la següent taula B.24 hi ha la relació del canvis que s'utilitzarien en cada cas en concret.

PUNTS DE LLUM	LLUMINÀRIA ACTUAL	LLUMINÀRIA ALTERNATIVA 1
<i>Bàcul sobre columna o façana de 100W</i>	 Carandini STR 154/CC Vsap - 100W 2N T	 Carandini STR-154/CC Vsap - 70W 2N T
<i>Bàcul sobre columna o façana de 150W</i>	 Carandini STR 154/CC Vsap - 150W 2N T	 Carandini STR-154/CC Vsap - 70W 2N T
<i>Farola globus esfèric de 100W</i>	 Carandini SILVERMON SM-500/RT Vsap - 100W 2N T EF	 Carandini SILVERMON SM-500/RT Vsap - 70W 2N
<i>Farola clàssica de 100W</i>	 Carandini CLAMOD CLM-V/CC Vsap - 100W 2N T	 Carandini CLM-V/CC Vsap - 70W 2N T
<i>Fanal penjat de 100W</i>	 Carandini CLAMOD CLM-S/CC Vsap - 100W 2N T	 Carandini CLM-S/CC Vsap - 70W 2N T
<i>Focus de 250W</i>	 Philips SNF300 SON-T 250W 230V K	 Philips SNF100 SON-T 150W 230V K

Taula B.24. Resum de la substitució de les lluminàries en l'alternativa 1.

En la següent taula es mostra com es calcula la potència instal·lada.

Lluminària actual	Lluminària alternativa 1	Nº punts de llum	Potència làmpada (W)	Potència instal·lada (W)	Potència instal·lada (kW)
Bàcul (100W)	Bàcul (70W)	57	70	3990	3,99
Bàcul (150W)	Bàcul (70W)	61	70	4270	4,270
Farola globus esfèric (100W)	Farola globus esfèric (70W)	8	70	560	0,56
Farola clàssica (100W)	Farola clàssica (70W)	4	70	280	0,28
Fanal (100W)	Fanal (100W)	1	70	70	0,07
Focus (250W)	Focus (150W)	9	150	1350	1,35
TOTAL				10520	10,52

Taula B.25. Potència instal·lada alternativa 1.

Ara es calcula la inversió total que es necessitarà per la instal·lació d'aquesta alternativa. Pel càlcul d'aquesta inversió es té en compte el preu que té cada lluminària i la mà d'obra necessària, que en aquest cas es considera del 15%. Aquest càlcul es mostra en la taula següent:

Lluminària actual	Lluminària alternativa 1	Nº punts de llum	Preu unitat (€)	Preu total (€)
Bàcul (100W)	Bàcul (70W)	57	289	16473
Bàcul (150W)	Bàcul (70W)	61	289	17629
Farola globus esfèric (100W)	Farola globus esfèric (70W)	8	367,25	2938
Farola clàssica (100W)	Farola clàssica (70W)	4	385	1540
Fanal (100W)	Fanal (100W)	1	413,75	413,75
Focus (250W)	Focus (150W)	9	328	2952
TOTAL				41945,75

Taula B.26. Preu de les lluminàries de l'alternativa 1.

ALTERNATIVA 1	
Preu total (€)	41945,75
Ma d'obra 15% (€)	6291,86
Inversió total (€)	48237,61











Taula B.27. Inversió total de l'alternativa 1.

B.4.2.- Alternativa 2

Aquesta alternativa consisteix en la substitució dels equips d'encesa actuals per balasts electrònics i les làmpades de 100W i 150W de VSAP per altres de vapor de mercuri amb halogenurs (VMH) de menor consum de 70W, amb l'excepció de les faroles de globus esfèric que es canvia el tipus de làmpada però no es redueix la potència. Així s'aconsegueix mantenir l'estètica actual del municipi.

En l'últim cas de lluminàries que hi trobem en el municipi, els focus, que actualment són de 250W, s'ha optat per utilitzar uns focus de la mateixa marca però un model inferior (Philips SNF100), que conserven el mateix tipus de làmpada (SON), però amb una potència de 150W.

En la següent taula hi ha la relació del canvis que s'utilitzarien en cada cas en concret.

PUNTS DE LLUM	LLUMINÀRIA ACTUAL	LLUMINÀRIA ALTERNATIVA 2
<i>Bàcul sobre columna o façana de 100W</i>	 Carandini STR -154/CC Vsap - 100W 2N T	 Carandini STR - 154/GC Vmh - 70W/T Cer.
<i>Bàcul sobre columna o façana de 150W</i>	 Carandini STR -154/CC Vsap - 150W 2N T	 Carandini STR - 154/GC Vmh - 70W/T Cer.
<i>Farola globus esfèric de 100W</i>	 Carandini SILVERMON SM-500/RT Vsap - 100W 2N T EF	 Carandini SILVERMON SM-500/RT Vmh - 100W EF
<i>Farola clàssica de 100W</i>	 Carandini CLAMOD CLM-V/CC Vsap - 100W 2N T	 Carandini CLAMOD CLM-V/CC Vmh - 70W T
<i>Fanal penjat de 100W</i>	 Carandini CLAMOD CLM-S/CC Vsap - 100W 2N T	 Carandini CLAMOD CLM-S/CC Vmh - 70W T

Focus de 250W	 Philips SNF300 SON-T 250W 230V K	 Philips SNF100 SON-T 150W 230V K
---------------	--	--

Taula B.28. Resum de la substitució de les lluminàries en l'alternativa 2.

En la següent taula es mostra com es calcula la potència instal·lada

Lluminària actual	Lluminària alternativa 2	Nº punts de llum	Potència làmpada (W)	Potència instal·lada (W)	Potència instal·lada (kW)
Bàcul (100W)	Bàcul (70W)	57	70	3990	3,99
Bàcul (150W)	Bàcul (70W)	61	70	4270	4,270
Farola globus esfèric (100W)	Farola globus esfèric (100W)	8	100	800	0,8
Farola clàssica (100W)	Farola clàssica (70W)	4	70	280	0,28
Fanal (100W)	Fanal (100W)	1	70	70	0,07
Focus (250W)	Focus (150W)	9	150	1350	1,35
TOTAL				10760	10,76

Taula B.29. Potència instal·lada alternativa 2.

Ara es calcula la inversió total que es necessitarà per la instal·lació d'aquesta alternativa. Pel càlcul d'aquesta inversió es té en compte el preu que té cada lluminària i la mà d'obra necessària, que en aquest cas es considera del 15%. Aquest càlcul es mostra en la taula següent:

Lluminària actual	Lluminària alternativa 2	Nº punts de llum	Preu unitat (€)	Preu total (€)
Bàcul (100W)	Bàcul (70W)	57	245,25	13979,25
Bàcul (150W)	Bàcul (70W)	61	245,25	14960,25
Farola globus esfèric (100W)	Farola globus esfèric (70W)	8	302,25	2418
Farola clàssica (100W)	Farola clàssica (70W)	4	329,75	1319
Fanal (100W)	Fanal (100W)	1	361	361
Focus (250W)	Focus (150W)	9	328	2952
TOTAL				35989,5

Taula B.30. Preu de les lluminàries de l'alternativa 2.

ALTERNATIVA 2	
Preu total (€)	35989,5
Ma d'obra 15% (€)	5398,43
Inversió total	41387,93

Taula B.31. Inversió total de l'alternativa 2.

B.4.3.- Alternativa 3





Com a concepte general, aquesta alternativa consisteix en la substitució de totes les lluminàries actuals per altres lluminàries totalment diferents. Concretament per les de tecnologia LED, aconseguint una altra estètica i una potència molt més baixa.

En el cas de les lluminàries de bàcul sobre columna o façana, tant les de 100W com les de 150W s'ha optat per canviar-les per lluminàries de 16 leds amb una potència de 21W (Philips CitySoul LED).

En el cas de les lluminàries de farola de globus esfèric, farola estil clàssic com el fanal penjat que actualment són de 100W s'ha optat per canviar-les totes pel mateix model de lluminària (Carandini CLM/CLAMOD/LED). Aquesta lluminària consta d'una placa de 30 leds per 1,2W cadascun, és a dir, tenen una potència de 36W.

En l'últim cas de lluminàries que hi trobem en el municipi, els focus, que actualment són de 250W, s'ha optat per utilitzar uns focus de la marca Philips que consten de 30 leds amb una potència de 50W.

En la següent taula hi ha la relació del canvis que s'utilitzarien en cada cas en concret.

PUNTS DE LLUM	LLUMINÀRIA ACTUAL	LLUMINÀRIA ALTERNATIVA 3
<i>Bàcul sobre columna o façana de 100W</i>	 Carandini STR 154/CC Vsap - 100W 2N T	 Philips CitySoul LED BGP430 16 x GRN 1-S/740.DC (21W)
<i>Bàcul sobre columna o façana de 150W</i>	 Carandini STR 154/CC Vsap - 150W 2N T	 Philips CitySoul LED BGP430 32 x ECO 1-S/830.DW (58W)

<i>Farola de globus esfèric de 100W</i>	 Carandini SM-SILVERMON Vsap - 100W 2N T	 Carandini CLAMOD LED CLM-V/GC-30/LED. Placa 30led x 1,2W (36W)
<i>Farola clàssica de 100W</i>	 Carandini CLAMOD CLM-V/CC Vsap - 100W 2N T	 Carandini CLAMOD LED CLM-V/GC-30/LED. Placa 30led x 1,2W (36W)
<i>Fanal penjat de 100W</i>	 Carandini CLAMOD CLM-S/CC Vsap - 100W 2N T	 Carandini CLAMOD LED CLM-S/GC-30/LED. Placa 30led x 1,2W (36W)
<i>Focus de 250W</i>	 Philips SNF300 SON-T 250W 230V K	 Philips BCP431 30xLED-HB/WH 3000-6500 24° WH (50W)

Taula B.32. Resum de la substitució de les lluminàries en l'alternativa 3.

En la següent taula es mostra com es calcula la potència instal·lada

Lluminària actual	Lluminària alternativa 3	Nº punts de llum	Potència làmpada (W)	Potència instal·lada (W)	Potència instal·lada (kW)
<i>Bàcul (100W)</i>	<i>Bàcul (21W)</i>	57	21	1197	1,197
<i>Bàcul (150W)</i>	<i>Bàcul (58W)</i>	61	58	3538	3,538
<i>Farola globus esfèric (100W)</i>	<i>Farola globus esfèric (36W)</i>	8	36	288	0,288
<i>Farola clàssica (100W)</i>	<i>Farola clàssica (36W)</i>	4	36	144	0,144
<i>Fanal (100W)</i>	<i>Fanal (36W)</i>	1	36	36	0,036
<i>Focus (250W)</i>	<i>Focus (50W)</i>	9	50	450	0,45
TOTAL				5653	5,653

Taula B.33. Potència instal·lada alternativa 3.

Ara es calcula la inversió total que es necessitarà per la instal·lació d'aquesta alternativa. Pel càlcul d'aquesta inversió es té en compte el preu que té cada lluminària i la mà d'obra necessària, que en aquest cas es considera del 5%. Aquest càlcul es mostra en la taula següent:

Lluminària actual	Lluminària alternativa 3	Nº punts de llum	Preu unitat (€)	Preu total (€)
<i>Bàcul (100W)</i>	<i>Bàcul (21W)</i>	57	800	45600
<i>Bàcul (150W)</i>	<i>Bàcul (58W)</i>	61	1100	67100
<i>Farola globus esfèric (100W)</i>	<i>Farola globus esfèric (36W)</i>	8	1262,25	10098
<i>Farola clàssica (100W)</i>	<i>Farola clàssica (36W)</i>	4	1262,25	5049
<i>Fanal (100W)</i>	<i>Fanal (36W)</i>	1	1307	1307
<i>Focus (250W)</i>	<i>Focus (50W)</i>	9	747	6723
TOTAL				135877

Taula B.34. Preu de les lluminàries de l'alternativa 3.

ALTERNATIVA 3	
Preu total (€)	135877
Ma d'obra 5% (€)	6793,85
Inversió total	142670,85

Taula B.35. Inversió total de l'alternativa 3.

B.4.4.- Comparació alternatives

Ara es farà una simulació de la situació actual comparant-la amb les diferents alternatives.

Abans de mostrar la taula comparativa s'ha d'aclarir els criteris utilitzats en els termes a comparar, ja que seran els mateixos per l'estat actual com en les diferents alternatives, així aconseguirem una millor idea de les millores aconseguides per cadascuna. El punt de partida és el càlcul de la potència instal·lada en cada cas.

A continuació es defineixen els criteris:

- **POTÈNCIA INSTAL·LADA** (Ha estat calculada en l'apartat anterior).
- **CONSUM ENERGÈTIC**

Per poder calcular el consum energètic primer hem de saber la potència elèctrica absorbida i les hores de funcionament.

- **Potència elèctrica:**

El component principal serà la potència instal·lada, que és la suma de les potències corresponents a les làmpades utilitzades, ja calculada.

Tanmateix aquest no serà l'únic factor que caldrà considerar, ja que, com en tota instal·lació elèctrica, hi ha uns consums propis que incrementaran la potència demanada.

- Consum propi d'equips auxiliars.
- Consum propi de les línies d'alimentació per efecte Joule.
- Alteració de la potència d'acord amb la tensió.

Normalment, es considera un factor de pèrdues global, que serà el 15% de la potència instal·lada.

També s'ha de tenir en compte la reducció de flux que es produeix durant certes hores. Aquesta reducció és del 40% del flux aproximadament.

- **Hores de funcionament:**

Com es pot veure en la següent taula, es considera un funcionament mig del sistema d'enllumenat públic de 4300 hores anuals. Però s'ha de tenir en compte que la instal·lació incorpora sistemes de regulació de flux. Aleshores caldrà distingir els horaris de reducció de flux amb les hores que treballa amb tot el flux.

Hora oficial	Hores de funcionament / mes
<i>Gener</i>	450
<i>Febrer</i>	385
<i>Març</i>	380
<i>Abril</i>	320
<i>Maig</i>	290
<i>Juny</i>	255
<i>Juliol</i>	275
<i>Agost</i>	305
<i>Setembre</i>	340
<i>Octubre</i>	405
<i>Novembre</i>	430
<i>Desembre</i>	465
TOTAL ANUAL	4300 hores

Taula B.36. Resum hores funcionament anual

En aquest cas s'ha considerat que l'enllumenat actua 12 hores diàries. D'aquestes, 4 hores són amb tot el flux, mentre que 8 hores són amb la reducció de flux. Concretament al hivern es considera de 19h-23h amb tot el flux i de 23h-7h amb reducció de flux. En canvi a l'estiu es de 20h-24h sense reducció i de 24h-8h amb reducció de flux.

En conclusió es pot dir que el 33,33% de les hores actua sense reducció de flux, mentre que el 66,67% de les hores de funcionament actua amb el flux reduït, és a dir, de les 4300 hores, 1433,19 hores són sense reducció de reducció, mentre que 2866,81 hores són amb reducció de flux.

Per tant, el consum energètic es calcula de la següent manera:

$$\begin{aligned} \text{Energia consumida} &= \text{Potència elèctrica absorbida} \times \text{Hores de funcionament} \\ &= [(P_{\text{inst}} + 15\%) \text{kWh} \times 1 \times 1433,19\text{h}] + [(P_{\text{inst}} + 15\%) \text{kWh} \times 0,6 \times 2866,81\text{h}] \end{aligned}$$

- **COST ENERGETIC**

$$\text{Cost Energètic} = \text{Consum Energètic} \times \text{Preu kWh}$$

El preu del kWh s'ha considerat 0,13€/kWh. Aquest valor s'ha tret de la relació entre la facturació i el consum de l'any 2008. (9604,49€ / 73134kWh = 0,13€/kWh).

- **COST TOTAL**

El cost total és la suma del cost energètic més el manteniment de l'enllumenat. Aquest manteniment varia depenent la situació. Per l'estat actual, l'alternativa 1 i l'alternativa 2 s'ha considerat un manteniment de 20€ per lluminària, és a dir, 2800€. Mentre que les lluminàries tipus LED's no els hi cal manteniment.

Per tant:

$$\text{Cost total} = \text{Cost Energètic} + \text{Manteniment}$$

- **INVERSIÓ TOTAL**

Ja ha estat calculada anteriorment. Té en compte el preu de cada lluminària i la mà d'obra necessària.

- **AMORTITZACIÓ**

$$\text{Amortització} = \text{Inversió Total} / \text{Estalvi Anual}$$

En la taula comparativa no s'inclou els estalvis associats a:

- Major vida de les làmpades.
- Major eficiència energètica.
- Les subvencions susceptibles d'aconseguir.
- Altres mesures d'estalvi energètic no considerades aquí com, manteniment preventiu làmpades, neteja lluminàries, vida útil làmpades.
- Augments en els costos d'energia.

Pel que fa a l'estalvi d'emissió de cadascuna de les situacions, s'han calculat tenint en compte les següents equivalències:

- 1kWh = 0,0002 kg de Tep
- 1kWh = 0,45 kg de CO₂.

Tenint en compte aquests criteris, la simulació està representada en les següents taules:

	Potència instal·lada (kW)	Potència elèctrica	Consum Energètic			Cost Energètic (€)	Manteniment (€)	Cost total			Inversió total (€)	Amortització (anys)
			Consum (kWh)	Estalvi				Cost (€)	Estalvi			
				(kWh)	(%)				(€)	(%)		
Actual	18,4	21,16	66723,32	-	-	8674,03	2800	11474,03	-	-	-	-
Alternativa 1	10,52	12,098	38148,33	28574,99	42,83	4959,28	2800	7759,28	3714,75	32,38	48237,61	12,99
Alternativa 2	10,76	12,374	39018,64	27704,68	41,52	5072,42	2800	7872,42	3601,61	31,39	41387,93	11,49
Alternativa 3	5,653	6,5	20496,29	46227,03	69,28	2664,52	0	2664,52	8809,51	76,78	142670,85	16,20

Taula B.37. Comparativa energètica – econòmica de la simulació en l'estat actual i les alternatives.

	Consum Energia Final (kWh / any)	Consum Energia Primària			Emissions Associades de CO2		
		Consum (kg. Tep/any)	Estalvi		Emissions (kg. de CO2)	Estalvi	
			(Tep)	(%)		(kg. de CO2)	(%)
<i>Actual</i>	66723,32	13,34	-	-	30025,49	-	-
<i>Alternativa 1</i>	38148,33	7,63	5,71	42,80	17166,75	12858,74	42,83
<i>Alternativa 2</i>	39018,64	7,80	5,54	41,53	17558,39	12467,1	41,52
<i>Alternativa 3</i>	20496,29	4,10	9,24	69,27	9223,33	20802,16	69,28

Taula B.38. Comparació emissions en l'estat actual i les alternatives.

B.5.- SOLUCIÓ ADOPTADA

De les tres alternatives estudiades s'ha considerat la tercera com la idònia per implantar les mesures correctores que suposi la disminució de despeses en cost d'energia i manteniment de l'enllumenat de Torrebesses, així com l'augment de l'eficiència energètica de la mateixa i disminució de la producció de residus.

Doncs la solució adoptada és l'alternativa 3: **Substitució de les actuals Il·luminàries per altres amb tecnologia LED.**

Per prendre la decisió s'han tingut en compte els diferents factors analitzats en apartats anteriors, tot i que no s'ha considerat el realitzar una matriu de decisió ja que el pes dels diferents paràmetres a tenir en compte són valorats a la lliure elecció del projectista ja que no hi ha cap reglamentació que els tipifiqui.

Si més no, a continuació es relacionen algunes gràfiques que deixen molt clar la diferència a favor de la tecnologia LED, referents al consum energètic, cost total, emissions de CO₂ i altres que ja s'han especificat en apartats anterior (millor vida útil, tots els carrers tenen l'etiqueta d'eficiència energètica A++, etc.).

Altres factors a tenir en compte és el manteniment que en aquest tipus d'instal·lació és pràcticament nul i donades les característiques socioeconòmiques del municipi (municipi petit i sense recursos per disposar d'equips de manteniment) és important tenir-lo en consideració.

També el factor residus és important ja que la solució LED disminueix molt considerablement la producció i per tant la gestió dels mateixos.

En quant a la referència als inconvenients pràcticament totes les propostes tenen els mateixos, tot i que la inversió inicial és molt més alta la de la proposta escollida, el que fa que el període de retorn (amortització) sigui més llarg, però, no amb la proporció de la inversió. La inversió de la solució escollida és aproximadament 3 vegades més que la resta d'alternatives però l'amortització és 1,3 vegades, això vol dir que arribat al període de retorn, l'alternativa LED és molt més adequada que la resta de propostes.

Com a exemple visual del perquè de l'elecció de la tecnologia LED com a solució correctora (alternativa 3), a continuació es mostren unes gràfiques comparant el consum energètic, cost total (cost energètic i el manteniment) i emissions de CO₂.

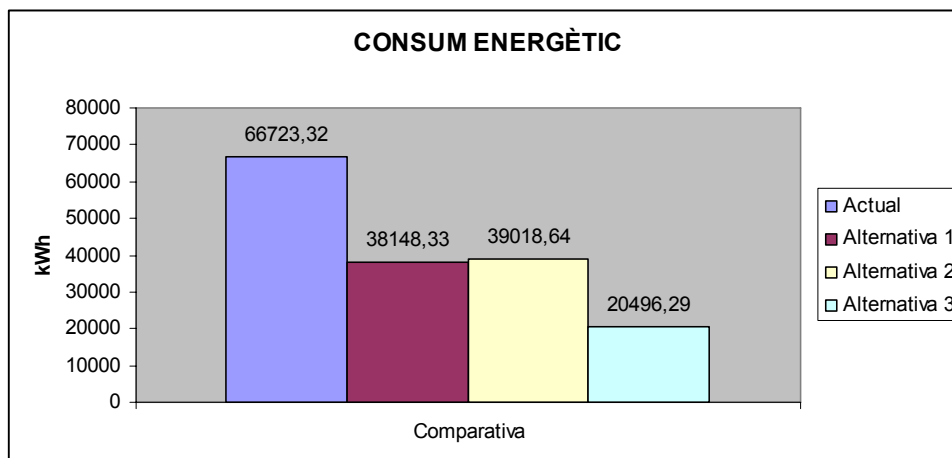


Fig. B.16. Gràfic comparatiu dels Consums Energètics.

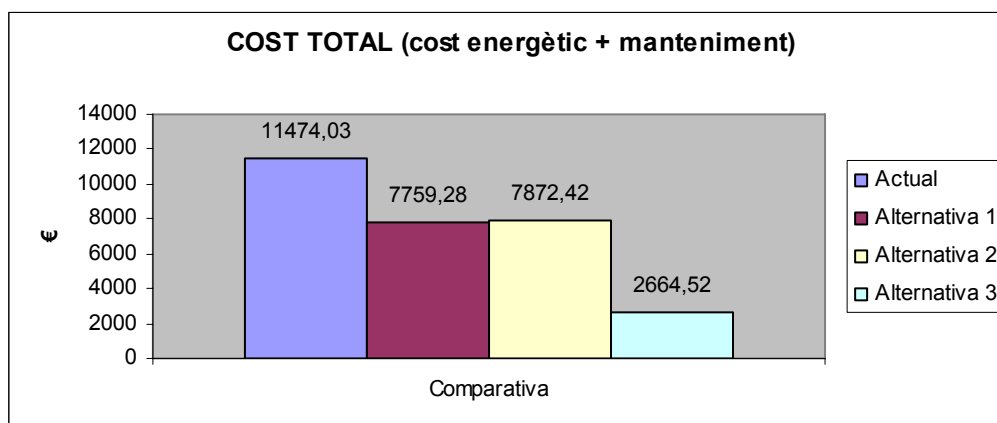


Fig. B.17. Gràfic comparatiu del Cost Total

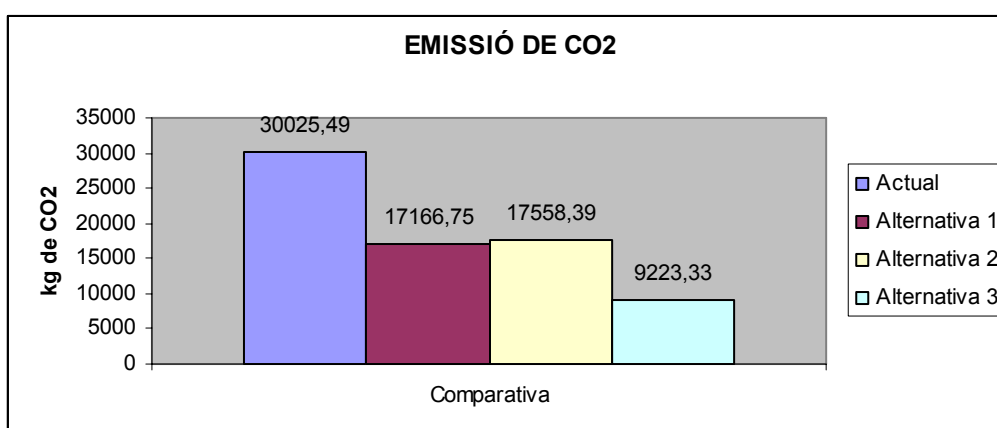


Fig. B.18. Gràfic comparatiu de les Emissions de CO₂

L'alternativa escollida suposa la substitució de tots els punts de llum (lluminàries, faroles, fanals i projectors) per altres amb tecnologia LED, realitzar adequacions al quadre de comandament i protecció per tal d'adequar-lo a aquesta tecnologia.

El sistema d'encesa serà mitjançant dos nivells, el primer el 100% de flux i el segon el 50% de flux aplicable en horari nocturn. Aquest es produirà mitjançant la desconexió alternativa de la meitat dels LED's.

No suposa cap actuació diferent que les de manteniment en relació a les línies, suports, bàculs i altres elements instal·lats actualment. Tots compleixen amb el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió.

ANNEX C: CÀLCULS

ÍNDEX ANNEX C

ANNEX C: CÀLCULS

C.1.- Objecte	194
C.2.- Abast	194
C.3.- Procediments de càlculs	194
C.3.1.- Càlcul de la il·luminació.....	194
C.3.1.1.- Mètode del coeficient d'utilització	195
C.3.1.2.- Mètode dels nou punts	196
C.3.1.3.- Programes informàtics	197
C.3.2.- Càlcul Eficiència Energètica	197
C.3.3.- Càlcul Qualificació energètica	198
C.4.- Càlcul en l'estat actual	199
C.4.1.- Càlcul de la il·luminació	200
C.4.1.1.- Càlcul teòric	200
C.4.1.2.- Càlcul real segons les mesures realitzades	206
C.4.2.- Càlcul Eficiència Energètica	208
C.4.2.1.- Càlcul segons il·luminació teòrica	208
C.4.2.2.- Càlcul segons il·luminació real	209
C.4.3.- Càlcul Qualificació Energètica	209
C.4.3.1.- Càlcul qualificació energètica segons il·luminació teòrica	209
C.4.3.2.- Càlcul qualificació energètica segons il·luminació real	209
C.5.- Càlcul Alternatives	210
C.5.1.- Càlcul il·luminació	210
C.5.1.1.- Alternativa 1.....	210
C.5.1.2.- Alternativa 2	215

C.5.1.3.- Alternativa 3	220
C.5.2.- Càlcul Eficiència Energètica	223
C.5.2.1.- Alternativa 1	223
C.5.2.2.- Alternativa 2	223
C.5.2.3.- Alternativa 3	223
C.5.3.- Càlcul Qualificació Energètica	223
C.5.3.1.- Alternativa 1	223
C.5.3.2.- Alternativa 2	224
C.5.3.3.- Alternativa 3	224
C.6.- Solució final adoptada. Càlculs detallats	225

ANNEX C: CÀLCULS

C.1.- OBJECTE

L'objecte d'aquest annex és justificar tots els càlculs necessaris per la realització de l'auditoria energètica, la qual està descrita en l'annex B.

C.2.- ABAST

L'abast d'aquest annex són tots els càlculs relacionats amb la il·luminació i l'eficiència energètica de la instal·lació. Per la realització d'aquests s'ha utilitzat diferents mètodes de càlcul, des de fórmules teòriques fins la utilització de programes informàtics, els quals proporcionen un estudi més precís dels valors de l'enllumenat.

Pel que fa ha la realització de tots els càlculs teòrics fets mitjançant programes informàtics, en aquest annex només es mostren els resultats més importants per l'estudi de la il·luminació i aquells que seran útils per l'elecció de l'alternativa més adient per aquesta instal·lació d'enllumenat exterior.

C.3.- PROCEDIMENTS DE CÀLCULS

C.3.1.- Càlcul de la il·luminació

A causa de la gran quantitat de factors que intervenen en la il·luminació de vies públiques (enlluernament, característiques dels paviments, característiques del lloc d'instal·lació, característiques dels punts de llum, condicions meteorològiques, etc.) i en la percepció d'aquestes, el càlcul de l'enllumenat públic ha estat sempre una tasca molt complexa.

Per això, al principi els càlculs es van enfocar a determinar unes condicions d'il·luminació sobre la calçada que proporcionessin una bona visibilitat dins dels marges establerts per la legislació vigent, els quals relacionen la intensitat del transit i la velocitat mitja dels vehicles que la transiten.

A mesura que es va anar desenvolupant la informàtica i van augmentar les capacitats de processament de dades, els càlculs es van anar orientant cap a la determinació de luminàncies. Això no hagués estat possible sense l'existència d'ordinadors que permeten executar i aplicar els mètodes de càlcul numèric en un temps raonable.

C.3.1.1.- Mètode del coeficient d'utilització

Un dels documents fotomètrics que identifica una lluminària és la corba del coeficient d'utilització, la qual serveix per calcular, a partir del coneixement de la geometria de la via considerada i la disposició de les lluminàries, la il·luminació mitja sobre la calçada.

En el procés de disseny i a partir d'una il·luminació donada, pot utilitzar-se per calcular la separació entre lluminàries. Una altra forma d'aplicar aquesta corba, és calcular el flux lluminós necessari per obtenir una il·luminació donada, a partir d'una separació entre lluminàries fixa. La fórmula general del càlcul es:

$$E_m = \frac{\Phi \cdot K_t \cdot f_m}{d \cdot A}$$

on:

E_m = Il·luminació mitja sobre la calçada (lux)

Φ = Flux lluminós de la làmpada (lúmens, lm)

K_t = Coeficient d'utilització total calculat (%)

f_m = Factor de manteniment de la instal·lació (%)

d = Separació entre lluminàries (m)

A = Amplada de la via (m)

Les corbes de coeficient d'utilització K expressen el percentatge del flux lluminós emès per la lluminària i que cau sobre la superfície de la calçada, en funció de l'amplada de la mateixa.

Com punt de referència, s'agafa la vertical de la lluminària. Una lluminària d'enllumenat públic té dues corbes K . La primera, denominada K_1 , representa el flux lluminós cap a la calçada. La segona, denominada K_2 , representa el flux lluminós cap a les cases o cap a l'andana.

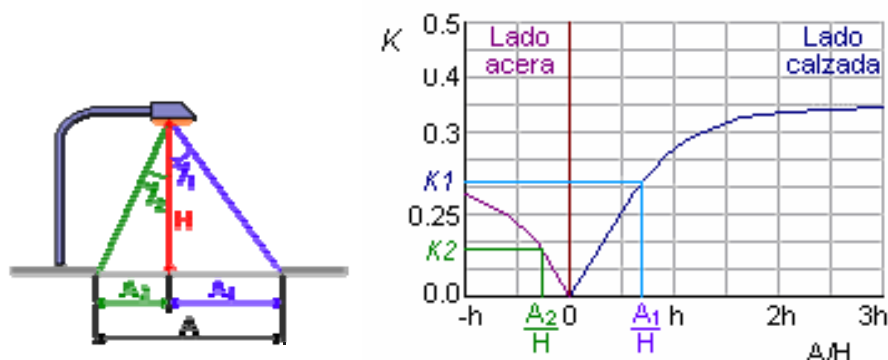


Fig. C.1. Corbes pel càlcul del coeficient d'utilització

En l'ordenada s'indica el valor del coeficient K en percentatge i en l'abscissa s'indica l'amplada de la calçada expressada en funció de l'altura de muntatge H , amb la finalitat de facilitar el seu ús en diferents esquemes de muntatge.

Per calcular K_1 es calcula la relació A_1/H , s'ubica el valor en l'abscissa i es segueix verticalment fins tallar la corba K_1 . En aquest punt, horitzontalment es llegeix el valor K_1 .

El mateix procediment es segueix pel càlcul de K_2 , però utilitzant el valor A_2 i la corba K_2 . Ara, depenent de la disposició de les lluminàries, s'obté el K_t amb la fórmula corresponent:

- Distribució unilateral $K_t = K_1 + K_2$
- Distribució bilateral oposada $K_t = (K_1 + K_2)/2$
- Distribució bilateral alternada $K_t = (K_1 + K_2)/2$
- Distribució central senzilla (amb dos lluminàries) $K_t = (K_1 + K_2)/2$

S'ha de tenir en compte que en el cas de la distribució central senzilla, com en aquells on la vertical des de la lluminària no talli la calçada, el càlcul de cada coeficient K inclou una part positiva (la que està en la calçada) i una altra negativa (la que està en l'andana o fora de la calçada).

C.3.1.2.- Mètode dels nou punts

D'acord amb aquest mètode utilitzat per calcular la il·luminació mitja sobre la via en una instal·lació d'enllumenat públic, és necessari situar cada un d'aquests punts de càlcul sobre la mínima porció típica de la via considerada.

D'aquesta manera, es divideix en quatre parts (dos longitudinals i dos transversals) de manera que els punts a considerar són cada un dels vèrtex dels rectangles generats. Així s'obté els 9 punts considerats en el mètode.

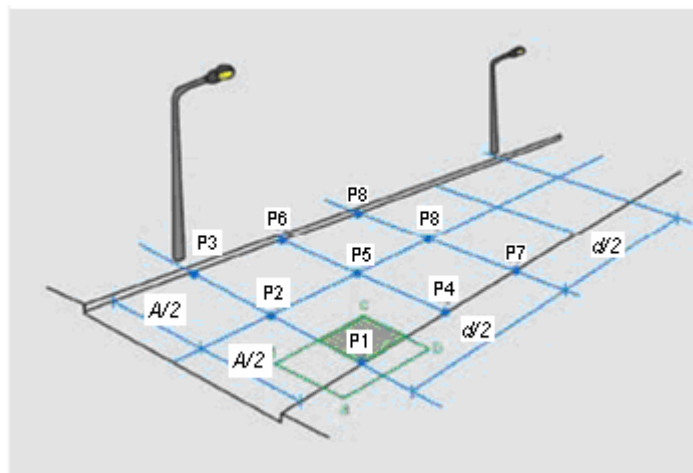


Fig. C.2. Distribució dels 9 punts

La il·luminació mitja sobre la via es calcula tenint en compte el grau de multiplicitat de cada punt. A partir de la lectura de la il·luminació en els 9 punts, la il·luminació total de la calçada es calcularà com una mitjana ponderada de les il·luminacions de cada domini. La fórmula utilitzada és la següent:

$$E_m = \frac{E_1 + 2E_2 + E_3 + 2E_4 + 4E_5 + 2E_6 + E_7 + 2E_8 + E_9}{16}$$

on :

E_m = Il·luminació mitja (lux)

$E_1, E_2... E_9$ = Il·luminacions en els punts $P_1, P_2... P_9$ respectivament.

A més de E_m podem calcular els coeficients d'uniformitat mitja i general de les il·luminacions:

- Uniformitat mitja de il·luminacions: $U_m = E_{\min} / E_m$
- Uniformitat general de il·luminacions: $U_g = E_{\min} / E_{\max}$

C.3.1.3.- Programes informàtics

Avui en dia els programes informàtics utilitzats amb els ordenadors són imprescindibles pels càlcul d'il·luminació, ja que els mètodes numèrics són eines de càlcul molt potents però que requereixen molt temps per a la seva execució.

En aquest cas els programes utilitzats són els següents:

Carandini Lumcal-Win V2: utilitzat pels càlculs teòrics d'il·luminació en l'estat actual i en les alternatives 1 i 2. Tal com s'indica en l'annex B.

Dialux 4.8: utilitzat en els càlculs teòrics d'il·luminació de l'alternativa 3. Tal com s'indica en l'annex B.

C.3.2.- Càlcul Eficiència Energètica

L'eficiència energètica d'una instal·lació d'enllumenat exterior es defineix com la relació entre el producte de la superfície il·luminada per la il·luminació mitja en servei de la instal·lació entre la potencia activa total instal·lada.

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} \quad \left(\frac{m^2 \cdot lux}{W} \right)$$

on:

ε = Eficiència energètica de la instal·lació d'enllumenat ($\text{m}^2 \cdot \text{lux} / \text{W}$)

P = Potència activa total instal·lada (làmpades i equips auxiliars) (W)

S = Superfície il·luminada (m^2);

E_m = il·luminació mitja en servei de la instal·lació, considerant el manteniment previst (lux); $E_{ms} = E_m \times 0.8$

C.3.3.- Càlcul Qualificació energètica

La Qualificació Energètica que consta en aquest apartat, es seguint la ITC-EA-01 del "Reglament d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat exterior i les seves Instruccions tècniques complementaries".

La qualificació energètica de les instal·lacions d'enllumenat exterior, es qualificaran en funció del seu Índex d'Eficiència Energètica (I_ε), el qual es defineix com el quocient entre l'eficiència energètica de la instal·lació (ε) i el valor d'eficiència energètica de referència (ε_R) en funció del nivell d'il·luminació mitja en servei projectada, que s'indica en taula següent:

Enllumenat vial funcional		Enllumenat vial ambiental i altres instal·lacions d'enllumenat	
Il·luminació mitja en servei projectada E_m (lux)	Eficiència energètica de referència ε_R ($\text{m}^2 \cdot \text{lux} / \text{W}$)	Il·luminació mitja en servei projectada E_m (lux)	Eficiència energètica de referència ε_R ($\text{m}^2 \cdot \text{lux} / \text{W}$)
≥ 30	32	--	--
25	29	--	--
20	26	≥ 20	13
15	23	15	11
10	18	10	9
$\leq 7,5$	14	7,5	7
--	--	≤ 5	5

Nota – Per valors de il·luminació mitja projectada compresos entre els valors indicats en la taula, l'eficiència energètica de referència s'obindrà per interpolació lineal.

Taula C.1. Valors d'eficiència energètica de referència (ITC-EA-01).

$$I_{\varepsilon} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R}$$

on:

I_{ε} = Índex d'Eficiència Energètica

ε = Eficiència Energètica de la instal·lació. ($\text{m}^2 \cdot \text{lux} / \text{W}$)

ε_R = Eficiència Energètica de Referència. ($\text{m}^2 \cdot \text{lux} / \text{W}$)

Amb la finalitat de facilitar la interpretació d'aquesta qualificació energètica de la instal·lació i en consonància amb altres reglamentacions, es defineix una etiqueta que caracteritza el consum d'energia de la instal·lació mitjançant una escala de set lletres que va des de la lletra A (instal·lació més eficient i amb menys consum d'energia) a la lletra G (instal·lació menys eficient i amb més consum d'energia). L'índex utilitzat per l'escala de lletres serà l'índex de consum energètic (ICE) que es igual a l'inversa de l'índex d'eficiència energètica:

$$ICE = \frac{1}{I_{\varepsilon}}$$

La següent taula determina els valors definits per les respectives lletres de consum energètic, en funció dels índexs d'eficiència energètica declarats.

Qualificació Energètica	Índex de Consum Energètic	Índex d'Eficiència Energètica
A	$ICE < 0,91$	$I_{\varepsilon} > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I_{\varepsilon} > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq I_{\varepsilon} > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq I_{\varepsilon} > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq I_{\varepsilon} > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq I_{\varepsilon} > 0,20$
G	$ICE \geq 5,00$	$I_{\varepsilon} \leq 0,20$

Taula C.2. Qualificació energètica d'una instal·lació d'enllumenat (ITC-EA-01).

C.4.- CÀLCUL EN L'ESTAT ACTUAL

Per realitzar els càlculs en l'estat actual, tant els teòrics com els reals, s'ha seguit el criteri de selecció dels carrers més significatius, els quals estan explicats anteriorment en l'annex B de l'auditoria energètica.

Els carrers triats per l'estudi són una mostra representativa de les diferents tipologies de vies, classes d'enllumenat, tipus de lluminàries i diferents potències de làmpades. Els carrers en qüestió són: el carrer del Castell, el carrer del Portal, el carrer Major i el carrer Onze de Setembre.

C.4.1.- Càlcul de la il·luminació

S'han utilitzat els mateixos carrers tant pels càlculs teòrics com pels càlculs reals segons les mesures realitzades. Això permet fer una millor comparació en l'annex B.

C.4.1.1.- Càlcul teòric

Tots els carrers ja esmentats han estat analitzats amb el programa informàtic de Carandini Lumcal-Win V2.

Les dades introduïdes al programa són les dades de camp cercades "in situ" en els carrers de Torrebesses.

➤ c/ del Castell

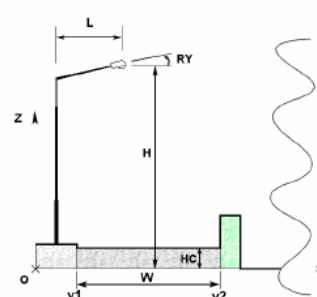
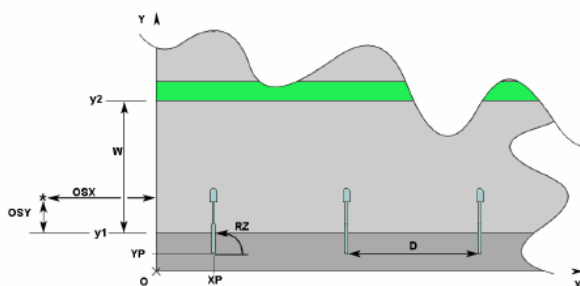
Informació àrea:

Superfície	Dimensions [m]	Àngulo[°]	Color	Coeficiente Reflexió	Ilum.Mèdia [lux]	Luminància Mèdia [cd/m²]
Acera A	16.00x0.60	Plano	RGB=168,168,168	55%	25	4.4
Calçada A	16.00x4.50	Plano	RGB=126,126,126	R3 7.01%	37	2.6
Acera B	16.00x0.60	Plano	RGB=168,168,168	55%	24	4.2

Dimensions Paralelepípedu que inclueix el Àrea [m]: 16.00x5.70x0.00

Datos de la Instal·lació (Archivo de Luminarias)

Nombre Fila	X 1er Poste [m] (XP)	Y 1er Poste [m] (YP)	h Poste [m] (H)	Núm. Postes	Interd. [m] (D)	Dim.Brazo [m] (L)	Incl.Lum. [°] (RY)	Rot.Brazo [°] (RZ)	Incl.Lat. [°] (RX)	Fact.Cons. [%]	Cod Lum.	Flujo [lm]	Ref.
Fila A	0.00	5.70	7.30	---	16.00	1.50	0	270	0	80.00	163.031	10000	A



Paràmetres de qualitat:

Superfície	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	33 lux	16 lux	55 lux	0.50	0.30	0.60
Acera A	Iluminancia Horizontal (E)	25 lux	22 lux	28 lux	0.88	0.78	0.89
Calzada A	Iluminancia Horizontal (E)	37 lux	21 lux	54 lux	0.58	0.40	0.68
Acera B	Iluminancia Horizontal (E)	24 lux	19 lux	29 lux	0.78	0.63	0.82
Acera A	Luminancia (L)	4.4 cd/m²	3.9 cd/m²	4.9 cd/m²	0.88	0.78	0.89
Calzada A	Luminancia (L)	2.6 cd/m²	1.7 cd/m²	3.5 cd/m²	0.65	0.49	0.76
Acera B	Luminancia (L)	4.2 cd/m²	3.3 cd/m²	5.1 cd/m²	0.78	0.63	0.82

Tipo Cálculo

Sólo Dir. + Equipo

Confort Visual

Nombre del Tramo	Ancho Tramo [m] (W)	y1 [m]	y2 [m]	Pt.Cálc.Y	TablaR	Coef.Ref. Factor q0	Observador x Absoluto [m]	Observador y Absoluto [m]	Luminancia de Velo [cd/m²]	Incremento de Umbral [%]	Uniformidad Longitudinal
Acera A	0.60	0.00	0.60	1		55.00					
Calzada A	4.50	0.60	5.10	9	R3	7.01	-60.00	1.73	0.33	8.26	0.88
Acera B	0.60	5.10	5.70	1		55.00					

Contaminación Luminosa

Relación Media - Rn -	Intensidad Máxima
0.04 %	391 cd/klm

Valors de il·luminació horitzontal sobre pla de treball:

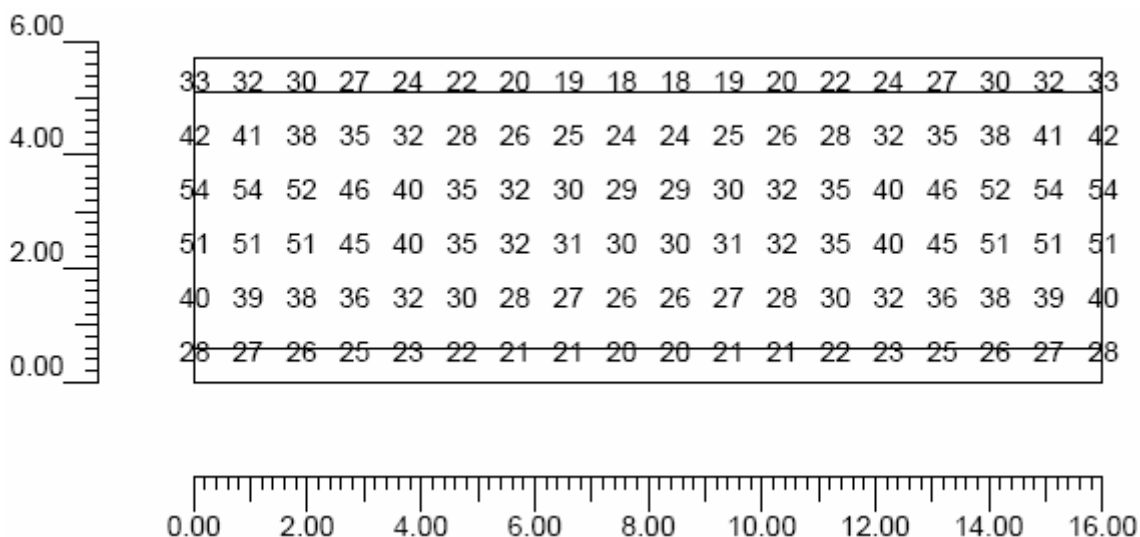
O (x:0.00 y:0.00 z:0.00)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
DX:0.94 DY:0.48	Iluminancia Horizontal (E)	33 lux	16 lux	55 lux	0.50	0.30	0.60

Tipo Cálculo

Sólo Dir. + Equipo

Escala 1/200

No todos los puntos de medida son visibles



➤ **c/ del Portal**

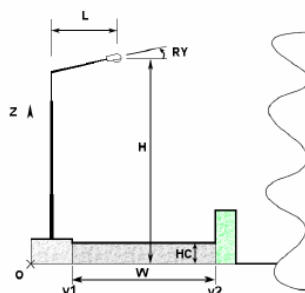
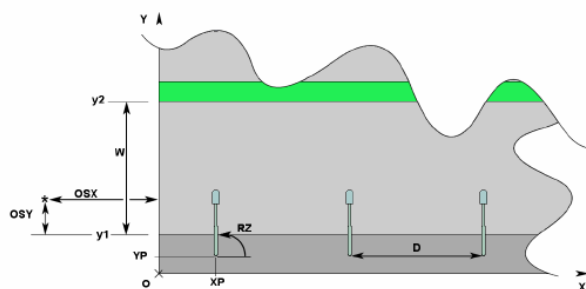
Informació àrea:

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo[°]	Color	Coeficiente Reflexión	Ilum.Media [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Acera A	25.00x1.00	Plano	RGB=168,168,168	55%	22	3.8
Calzada A	25.00x6.00	Plano	RGB=126,126,126	R3 7.01%	34	2.0
Acera B	25.00x1.00	Plano	RGB=168,168,168	55%	18	3.1

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Área [m]: 25.00x8.00x0.00

Datos de la Instalación (Archivo de Luminarias)

Nombre Fila	X 1er Poste [m] (XP)	Y 1er Poste [m] (YP)	h Poste [m] (H)	Núm. Postes	Interd. [m] (D)	Dim.Brazo [m] (L)	Incl.Lum. [°] (RY)	Rot.Brazo [°] (RZ)	Incl.Lat. [°] (RX)	Fact.Cons. [%]	Cod Lum.	Flujo [lm]	Ref.
Fila A	0.00	0.00	7.00	---	25.00	2.00	0	90	0	80.00	163.051	17000	A



Paràmetres de qualitat de la instal·lació:

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	30 lux	10 lux	76 lux	0.33	0.13	0.39
Acera A	Iluminancia Horizontal (E)	22 lux	10 lux	37 lux	0.46	0.27	0.59
Calzada A	Iluminancia Horizontal (E)	34 lux	12 lux	74 lux	0.36	0.17	0.46
Acera B	Iluminancia Horizontal (E)	18 lux	16 lux	22 lux	0.87	0.73	0.83
Acera A	Luminancia (L)	3.8 cd/m²	1.8 cd/m²	6.5 cd/m²	0.46	0.27	0.59
Calzada A	Luminancia (L)	2.0 cd/m²	1.0 cd/m²	2.9 cd/m²	0.48	0.33	0.68
Acera B	Luminancia (L)	3.1 cd/m²	2.7 cd/m²	3.8 cd/m²	0.87	0.73	0.83

Tipo Cálculo

Dir.+Indir.(7 Interreflexiones) + Equipo + Sombras

Confort Visual

Nombre del Tramo	Ancho Tramo [m] (W)	y1 [m]	y2 [m]	Pt.Cálc.Y	TablaR	Coef.Refl. Factor q0	Observador x Absoluto [m]	Observador y Absoluto [m]	Luminancia de Velo [cd/m²]	Incremento de Umbral [%]	Uniformidad Longitudinal
Acera A	1.00	0.00	1.00	1		55.00					
Calzada A	6.00	1.00	7.00	9	R3	7.01	-60.00	2.50	0.32	9.87	0.72
Acera B	1.00	7.00	8.00	1		55.00					

Contaminación Luminosa

Relación Media - Rn -	Intensidad Máxima
0.04 %	361 cd/klm

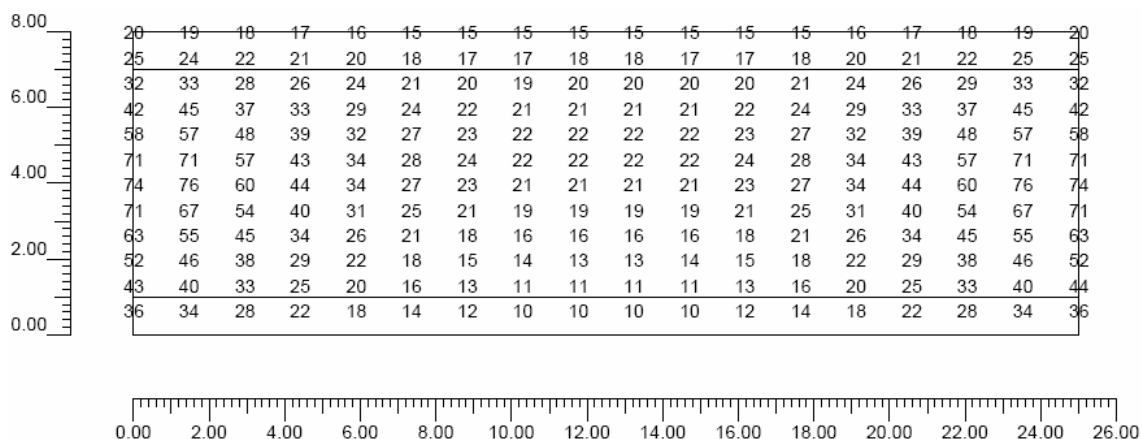
Valors de il·luminació horitzontal sobre pla de treball:

O (x:0.00 y:0.00 z:0.00)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
DX:1.47 DY:0.67	Iluminancia Horizontal (E)	30 lux	10 lux	76 lux	0.33	0.13	0.39

Tipo Cálculo

Dir.+Indir.(7 Interreflexiones) + Equipo + Sombras

Escala 1/200



➤ c/ Major

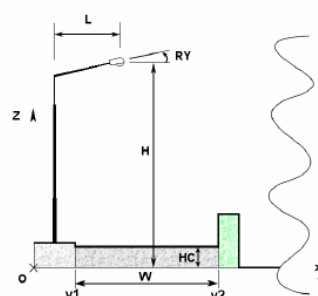
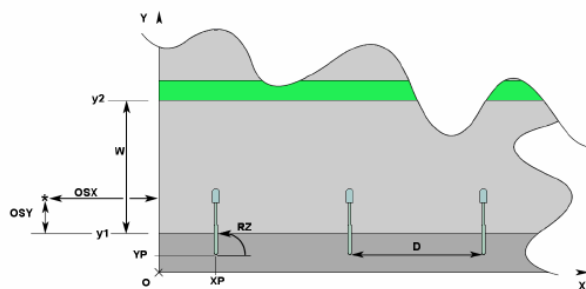
Informació àrea:

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo[°]	Color	Coefficiente Reflexión	Ilum.Medida [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Acera A	25.00x0.75	Plano	RGB=168,168,168	55%	17	3.0
Calzada A	25.00x6.50	Plano	RGB=126,126,126	R3 7.01%	33	2.0
Acera B	25.00x0.75	Plano	RGB=168,168,168	55%	21	3.7

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Área [m]: 25.00x8.00x0.00

Datos de la Instalación (Archivo de Luminarias)

Nombre Fila	X 1er Poste [m] (XP)	Y 1er Poste [m] (YP)	h Poste [m] (H)	Núm. Postes	Interd. [m] (D)	Dim.Brazo [m] (L)	Incl.Lum. [°] (RY)	Rot.Brazo [°] (RZ)	Incl.Lat. [°] (RX)	Fact.Cons. [%]	Cod Lum.	Flujo [lm]	Ref.
Fila A	0.00	8.00	7.00	---	25.00	2.00	0	270	0	80.00	163.051	17000	A



Paràmetres de qualitat de la instal·lació:

Superfície	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	30 lux	10 lux	76 lux	0.33	0.13	0.39
Acera A	Iluminancia Horizontal (E)	17 lux	15 lux	20 lux	0.88	0.75	0.84
Calzada A	Iluminancia Horizontal (E)	33 lux	12 lux	74 lux	0.35	0.16	0.45
Acera B	Iluminancia Horizontal (E)	21 lux	10 lux	36 lux	0.47	0.28	0.59
Acera A	Luminancia (L)	3.0 cd/m²	2.7 cd/m²	3.6 cd/m²	0.88	0.75	0.84
Calzada A	Luminancia (L)	2.0 cd/m²	1.0 cd/m²	3.3 cd/m²	0.49	0.31	0.62
Acera B	Luminancia (L)	3.7 cd/m²	1.7 cd/m²	6.3 cd/m²	0.47	0.28	0.59

Tipo Cálculo

Dir.+Indir.(7 Interreflexiones) + Equipo

Confort Visual

Nombre del Tramo	Ancho Tramo [m] (W)	y1 [m]	y2 [m]	Pt.Cálc.Y	TablaR	Coef.Refl. Factor q0	Observador x Absoluto [m]	Observador y Absoluto [m]	Luminancia de Velo [cd/m²]	Incremento de Umbral [%]	Uniformidad Longitudinal
Acera A	0.75	0.00	0.75	1		55.00					
Calzada A	6.50	0.75	7.25	9	R3	7.01	-60.00	2.38	0.35	10.72	0.73
Acera B	0.75	7.25	8.00	1		55.00					

Contaminación Luminosa

Relación Media - Rn -	Intensidad Máxima
0.04 %	361 cd/klm

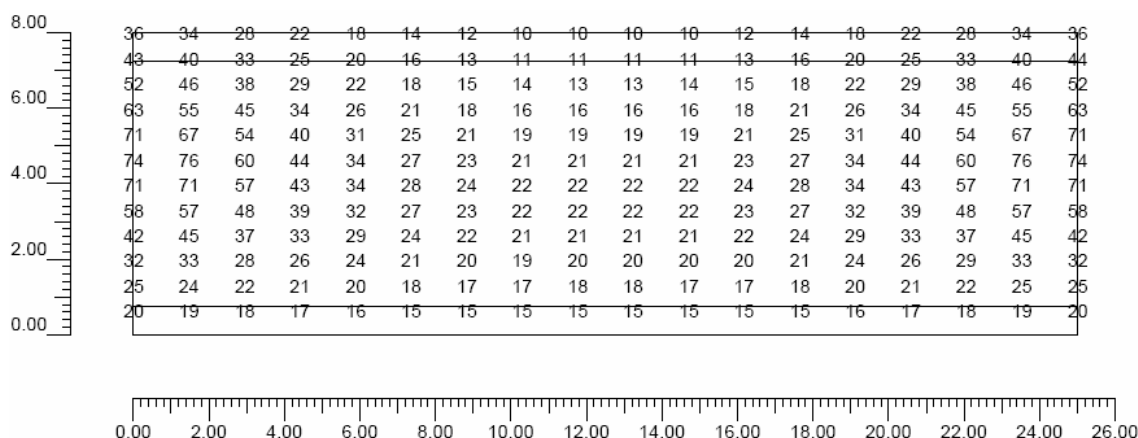
Valors de il·luminació horitzontal sobre pla de treball:

O (x:0.00 y:0.00 z:0.00)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
DX:1.47 DY:0.67	Iluminancia Horizontal (E)	30 lux	10 lux	76 lux	0.33	0.13	0.39

Tipo Cálculo

Dir.+Indir.(7 Interreflexiones) + Equipo

Escala 1/200



➤ **c/ Onze de Setembre**

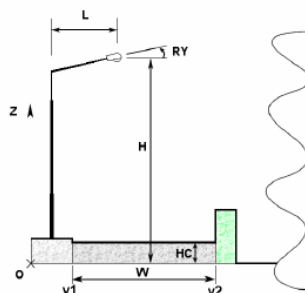
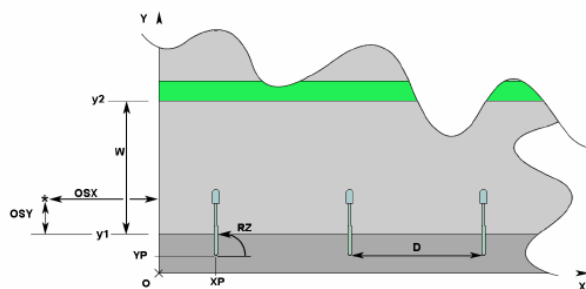
Informació àrea:

Superfície	Dimensions [m]	Àngulo[°]	Color	Coeficiente Reflexió	Ilum.Mèdia [lux]	Luminància Mèdia [cd/m²]
Acera A	25.00x1.50	Plano	RGB=168,168,168	55%	20	3.5
Calçada A	25.00x5.00	Plano	RGB=126,126,126	R3 7.01%	28	2.1
Acera B	25.00x1.50	Plano	RGB=168,168,168	55%	18	3.2

Dimensions Paralelepípede que inclueix el Àrea [m]: 25.00x8.00x0.00

Datos de la Instal·lació (Archivo de Luminarias)

Nombre Fila	X 1er Poste [m] (XP)	Y 1er Poste [m] (YP)	h Poste [m] (H)	Núm. Postes	Interd. [m] (D)	Dim.Brazo [m] (L)	Incl.Lum. [°] (RY)	Rot.Brazo [°] (RZ)	Incl.Lat. [°] (RX)	Fact.Cons. [%]	Cod Lum.	Flujo [lm]	Ref.
Fila A	0.00	8.00	8.50	---	25.00	2.00	0	270	0	80.00	160.531	17000	A



Paràmetres de qualitat de la instal·lació:

Superfície	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	25 lux	11 lux	49 lux	0.46	0.23	0.51
Acera A	Iluminancia Horizontal (E)	20 lux	18 lux	23 lux	0.92	0.80	0.87
Calçada A	Iluminancia Horizontal (E)	28 lux	14 lux	49 lux	0.51	0.29	0.57
Acera B	Iluminancia Horizontal (E)	18 lux	12 lux	27 lux	0.65	0.43	0.67
Acera A	Luminancia (L)	3.5 cd/m²	3.2 cd/m²	4.0 cd/m²	0.92	0.80	0.87
Calçada A	Luminancia (L)	2.1 cd/m²	1.4 cd/m²	2.7 cd/m²	0.68	0.52	0.77
Acera B	Luminancia (L)	3.2 cd/m²	2.1 cd/m²	4.8 cd/m²	0.65	0.43	0.67

Tipo Cálculo

Dir.+Indir.(7 Interreflexiones) + Equipo + Sombras

Confort Visual

Nombre del Tramo	Ancho Tramo [m] (W)	y1 [m]	y2 [m]	Pt.Cálc.Y	TablaR	Coef.Refl. Factor q0	Observador x Absoluto [m]	Observador y Absoluto [m]	Luminancia de Velo [cd/m²]	Incremento de Umbral [%]	Uniformidad Longitudinal
Acera A	1.50	0.00	1.50	1		55.00					
Calçada A	5.00	1.50	6.50	9	R3	7.01	-60.00	2.75	0.33	10.19	0.84
Acera B	1.50	6.50	8.00	1		55.00					

Contaminación Luminosa

Relación Media - Rn -	Intensidad Máxima
0.85 %	377 cd/klm

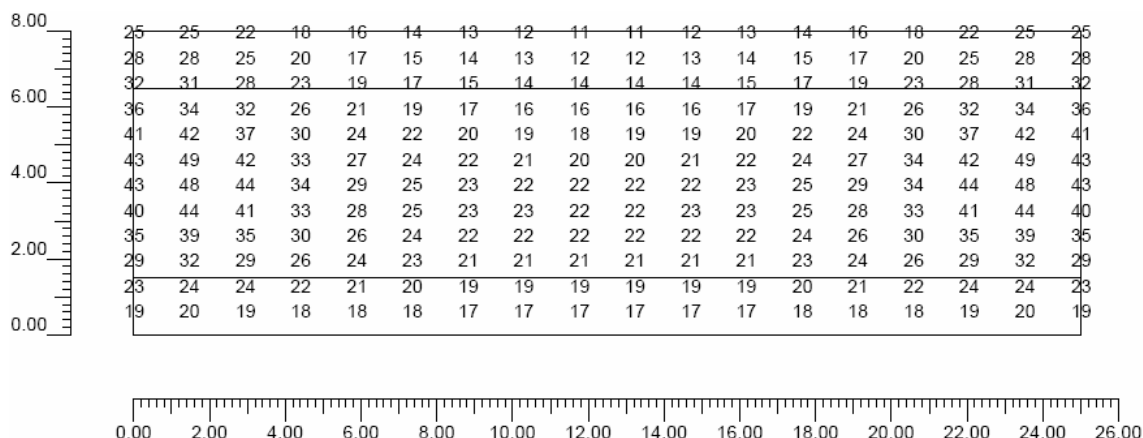
Valors de il·luminació horitzontal sobre pla de treball:

O (x:0.00 y:0.00 z:0.00)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
DX:1.47 DY:0.67	Iluminancia Horizontal (E)	25 lux	11 lux	49 lux	0.46	0.23	0.51

Tipo Cálculo

Dir.+Indir.(7 Interreflexiones) + Equipo + Sombras

Escala 1/200



C.4.1.2.- Càlcul real segons les mesures realitzades

Tots els carrers ja esmentats han estat analitzats per dos mètodes matemàtics diferents, el mètode del coeficient d'utilització i el mètode dels nou punts, els quals estan explicats i desenvolupats en l'apartat C.3. Pel carrer Onze de Setembre, en aquest cas s'han realitzat dues mesures, una en un tram on hi ha habitatges davant, i l'altra en un tram sense habitatges.

➤ Mètode del coeficient d'utilització

El primer pas d'aquest procediment és calcular el coeficient d'utilització (K_t). Aquest es calcula mitjançant les corbes pel càlcul del coeficient d'utilització, sabent les dades necessàries, descrites en l'apartat 3.3.1.1 d'aquest mateix annex, explicat anteriorment.

Carrer	nº punt de llum	H (m)	A (m)	A1 (m)	A2 (m)	A1/H	A2/H	K1	K2	Kt
c/ del Castell	27	7,30	4,50	3,60	0,90	0,49	0,12	0,25	0,063	0,313
c/ del Portal	58	7,00	6,00	5,00	1,00	0,71	0,14	0,269	0,083	0,352
c/ Major	42	7,00	6,50	5,25	1,25	0,75	0,18	0,275	0,111	0,386
c/ Onze de Setembre	110	8,50	5,00	4,50	0,50	0,53	0,06	0,26	0,028	0,288

Taula C.3. Càlcul del coeficient d'utilització (K_t)

on:

H = Altura de muntatge (m)

A = Amplada calçada (m)

K_t = Coeficient d'utilització total calculat (%)

A continuació ja es pot procedir al càlcul de la il·luminació mitja. Aquest càlcul està descrit en la següent taula:

Carrer	nº punt de llum	Φ (lm)	K_t	f_m	d (m)	H(m)	A (m)	E_m (lux)
c/ del Castell	27	10000	0,313	0,8	16	7,3	4,5	34,78
c/ del Portal	58	17000	0,352	0,8	25	7	6	31,91
c/ Major	42	17000	0,386	0,8	25	7	6,5	32,31
c/ Onze de Setembre	110	17000	0,288	0,8	25	8,5	5	31,33

Taula C.4. Càlculs il·luminació mitja amb el mètode del coeficient d'utilització

on:

E_m = Il·luminació mitja sobre la calçada (lux, lx)

Φ = Flux lluminós de la làmpada (lúmens, lm)

K_t = Coeficient d'utilització total calculat (%)

f_m = Factor de manteniment de la instal·lació (%)

d = Separació entre lluminàries (m)

A = Amplada de la via (m)

➤ Mètode dels nou punts

Aquest mètode s'ha utilitzat dues vegades, una per les mesures sense reducció de flux i l'altra per les mesures amb reducció de flux.

En la següent taula estan els càlculs d'il·luminació quan no hi ha reducció de flux:

Carrer	Punt 1	Punt 2	Punt 3	Punt 4	Punt 5	Punt 6	Punt 7	Punt 8	Punt 9	E_m sense reducció
c/ Onze de Setembre 1	42,7	52,5	35,6	22,9	25,1	20,3	21,2	23	14,6	28,24
c/ Onze de Setembre 2	36,8	54	31,9	24,6	26,6	21,8	28,8	32,5	23,1	30,80
c/ del Portal	33,5	60,2	66,9	16,8	27,1	20,2	30,3	31,1	14,1	31,86
c/ Major	33,1	53,2	43,3	30,3	34,2	27,9	21,7	24,8	18,3	32,85
c/ del Castell	32	53,8	45	28,5	36,1	24,2	30,3	31,1	14,1	33,81

Taula C.5. Càlculs il·luminació mitja sense reducció amb el mètode dels 9 punts

on :

E_m = Il·luminació mitja (lux)

$E_1, E_2... E_9$ = il·luminacions en els punts $P_1, P_2... P_9$ respectivament.
(lux)

En la següent taula estan els càlculs d'il·luminació quan el flux ha estat reduït:

Carrer	Punt 1	Punt 2	Punt 3	Punt 4	Punt 5	Punt 6	Punt 7	Punt 8	Punt 9	Em amb reducció
c/ Onze de Setembre 1	19,1	22,5	15,4	10,1	11,7	9,6	11,5	11,7	8	13,04
c/ Onze de Setembre 2	19	29,5	18,8	13,1	15,5	12,1	17,3	18,5	12,8	17,27
c/ del Portal	22,4	36,9	39,1	12,1	18,5	16	16,9	17,5	9,5	20,43
c/ Major	13,2	21,8	18,1	12,4	12,1	12,7	9	10,8	8,1	13,26
c/ del Castell	18	27,6	22,1	15,6	19,7	13,3	16,9	17,5	9,5	18,33

Taula C.6. Càlculs il·luminació mitja amb reducció amb el mètode dels 9 punts

on :

E_m = Il·luminació mitja (lux)

$E_1, E_2... E_9$ = il·luminacions en els punts $P_1, P_2... P_9$ respectivament.
(lux)

Utilitzant aquest mètode també s'ha calculat la uniformitat mitja i la uniformitat general de les il·luminacions, com es mostren en la següent taula.

Carrer	Um		Ug	
	sense reducció	amb reducció	sense reducció	amb reducció
c/ Onze de Setembre 1	0,52	0,61	0,28	0,36
c/ Onze de Setembre 2	0,71	0,70	0,40	0,41
c/ del Portal	0,44	0,46	0,21	0,26
c/ Major	0,56	0,61	0,34	0,37
c/ del Castell	0,42	0,52	0,26	0,34

Taula C.7. Càlculs d'uniformitat estat actual

on:

U_m = Uniformitat mitja

U_g = Uniformitat general

C.4.2.- Càlcul Eficiència Energètica

Tots els carrers ja esmentats han estat analitzats amb el procediment explicat en l'apartat C.3.

C.4.2.1.- Càlcul eficiència energètica segons la il·luminació teòrica

Carrer	nº punt de llum	S (m2)	Em (lux)	Em servei (lux)	P (W)	ϵ (m2·lux / W)
c/ del Castell	27-28	72,00	37,00	29,60	100	21,31
c/ del Portal	57-58	150,00	34,00	27,20	150	27,20
c/ Major	41-42	162,50	33,00	26,40	150	28,60
c/ Onze de Setembre	109-110	125,00	29,00	23,20	150	19,33

Taula C.8. Càlcul de l'eficiència energètica segons il·luminació teòrica en l'estat actual

C.4.2.2.- Càlcul eficiència energètica segons la il·luminació real

Carrer	nº punt de llum	S (m2)	Em (lux)	Em servei (lux)	P (W)	ϵ (m2·lux / W)
c/ del Castell	27-28	72,00	33,81	27,05	100	19,47
c/ del Portal	57-58	150,00	31,86	25,49	150	25,49
c/ Major	41-42	162,50	32,85	26,28	150	28,47
c/ Onze de Setembre	109-110	125,00	30,80	24,64	150	20,53

Taula C.9. Càlcul de l'eficiència energètica segons il·luminació real en l'estat actual

C.4.3.- Càlcul Qualificació Energètica

Tots els carrers ja esmentats han estat analitzats amb el procediment explicat en l'apartat C.3.

C.4.3.1.- Càlcul qualificació energètica segons il·luminació teòrica

Carrer	Ems (lux)	ϵ (m ² ·lux / W)	ϵ_R (m ² ·lux / W)	I ϵ	ICE	Qualificació Energètica
c/ del Castell	29,60	21,31	13	1,64	0,61	A
c/ del Portal	27,20	27,20	13	2,09	0,48	A
c/ Major	26,40	28,60	13	2,2	0,45	A
c/ Onze de Setembre	23,20	19,33	27,92	0,69	1,45	D

on:

Ems = Il·luminació mitja en servei projectada.

ϵ = Eficiència energètica de la instal·lació d'enllumenat exterior.

ϵ_R = Eficiència energètica de referència

I ϵ = Índex d'eficiència energètica

ICE = Índex de Consum Energètic

Taula C.10. Qualificació Energètica en l'estat actual segons il·luminació teòrica.

C.4.3.2.- Càlcul qualificació energètica segons il·luminació real

Carrer	Ems (lux)	ϵ (m ² ·lux / W)	ϵ_R (m ² ·lux / W)	I ϵ	ICE	Qualificació Energètica
c/ del Castell	27,05	19,47	13	1,50	0,67	A
c/ del Portal	25,49	25,49	13	1,96	0,51	A
c/ Major	26,28	28,47	13	2,19	0,46	A
c/ Onze de Setembre	24,64	20,53	28,78	0,71	1,41	D

on:

Ems = Il·luminació mitja en servei projectada.

ϵ = Eficiència energètica de la instal·lació d'enllumenat exterior.

ϵ_R = Eficiència energètica de referència

I ϵ = Índex d'eficiència energètica

ICE = Índex de Consum Energètic

Taula C.11. Qualificació Energètica en l'estat actual segons il·luminació real.

C.5.- CÀLCUL ALTERNATIVES

Per realitzar els càlculs en les diferents alternatives, han estat fets de manera teòrica. Els carrers per l'estudi han estat triats d'acord amb els criteris de selecció explicats en l'annex B de l'auditoria energètica.

L'única diferència entre els carrers seleccionats en l'estudi de l'estat actual i en l'estudi de les alternatives, és que en aquest cas s'ha triat tres carrers enlloc de quatre, ja que el carrer del Portal i el carrer Major tenien les mateixes característiques pel que fa a tipologia de lluminàries. Per tant els carrers triats són: el carrer del Castell, el carrer del Portal i el carrer Onze de Setembre.

C.5.1.- Càlcul il·luminació

Per a la realització dels càlculs d'il·luminació, tant l'alternativa 1 com per l'alternativa 2 han estat analitzades amb el programa informàtic de Carandini Lumcal-Win V2, mentre que en l'alternativa 3 s'ha utilitzat el programa Dialux 4.8.

C.5.1.1.- Alternativa 1

➤ c/ del Castell

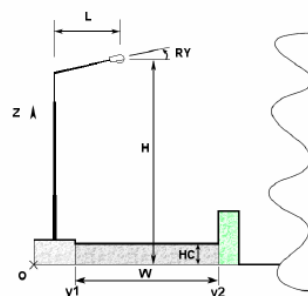
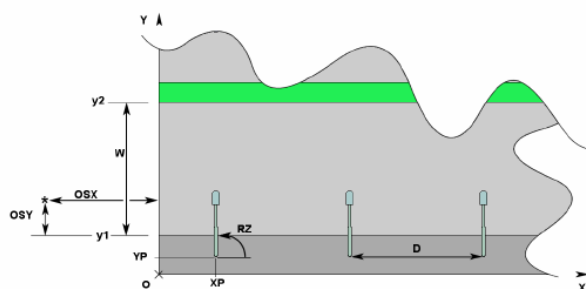
Informació àrea:

Superfície	Dimensions [m]	Àngulo[°]	Color	Coeficiente Reflexión	Ilum.Mèdia [lux]	Luminància Mèdia [cd/m²]
Acera A	16.00x0.60	Plano	RGB=168,168,168	55%	18	3.1
Calçada A	16.00x4.50	Plano	RGB=126,126,126	R3 7.01%	20	1.2
Acera B	16.00x0.60	Plano	RGB=168,168,168	55%	13	2.2

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Área [m]: 16.00x5.70x0.00

Datos de la Instalación (Archivo de Luminarias)

Nombre Fila	X 1er Poste [m] (XP)	Y 1er Poste [m] (YP)	h Poste [m] (H)	Núm. Postes	Interd. [m] (D)	Dim.Brazo [m] (L)	Incl.Lum. [°] (RY)	Rot.Brazo [°] (RZ)	Incl.Lat. [°] (RX)	Fact.Cons. [%]	Cod Lum.	Flujo [lm]	Ref.
Fila A	0.00	5.70	7.30	---	16.00	1.50	0	270	0	80.00	162.051	6000	A



Paràmetres de qualitat de la instal·lació:

Superfície	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	18 lux	8 lux	30 lux	0.47	0.28	0.60
Acera A	Iluminancia Horizontal (E)	18 lux	17 lux	19 lux	0.95	0.91	0.95
Calzada A	Iluminancia Horizontal (E)	20 lux	10 lux	30 lux	0.52	0.35	0.68
Acera B	Iluminancia Horizontal (E)	13 lux	9 lux	16 lux	0.75	0.60	0.80
Acera A	Luminancia (L)	3.1 cd/m²	3.0 cd/m²	3.3 cd/m²	0.95	0.91	0.95
Calzada A	Luminancia (L)	1.2 cd/m²	0.7 cd/m²	1.5 cd/m²	0.63	0.51	0.81
Acera B	Luminancia (L)	2.2 cd/m²	1.7 cd/m²	2.7 cd/m²	0.75	0.60	0.80

Tipo Cálculo

Sólo Dir. + Equipo

Confort Visual

Nombre del Tramo	Ancho Tramo [m] (W)	y1 [m]	y2 [m]	Pt.Cálc.Y	TablaR	Coef.Refl. Factor q0	Observador x Absoluto [m]	Observador y Absoluto [m]	Luminancia de Velo [cd/m²]	Incremento de Umbral [%]	Uniformidad Longitudinal
Acera A	0.60	0.00	0.60	1		55.00					
Calzada A	4.50	0.60	5.10	9	R3	7.01	-60.00	1.73	0.10	4.87	0.88
Acera B	0.60	5.10	5.70	1		55.00					

Contaminación Luminosa

Relación Media - Rn -	Intensidad Máxima
0.03 %	415 cd/klm

Valors de il·luminació horitzontal sobre pla de treball:

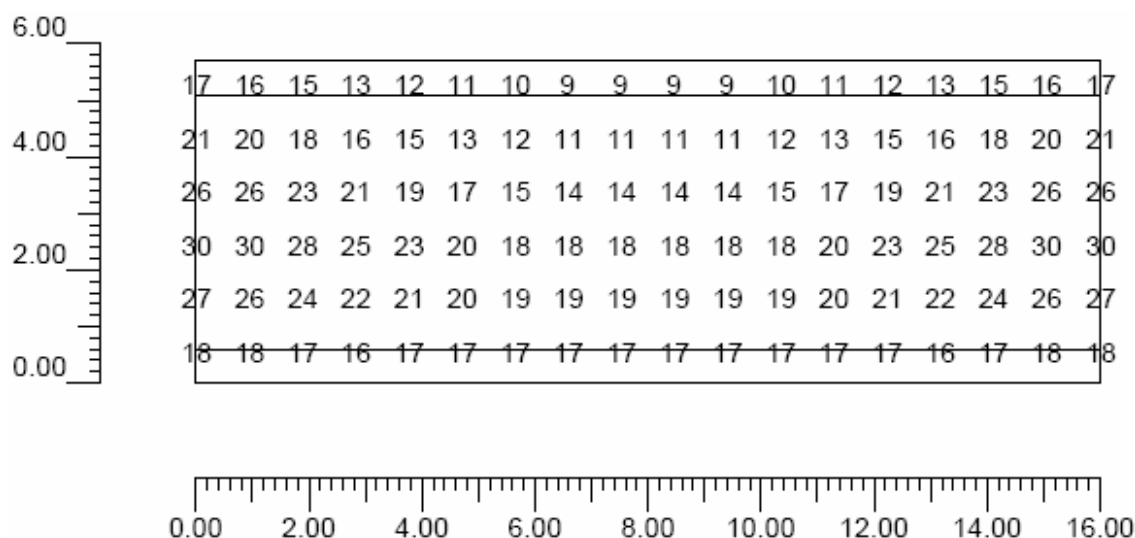
O (x:0.00 y:0.00 z:0.00)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
DX:0.94 DY:0.48	Iluminancia Horizontal (E)	18 lux	8 lux	30 lux	0.47	0.28	0.60

Tipo Cálculo

Sólo Dir. + Equipo

Escala 1/200

No todos los puntos de medida son visibles



➤ **c/ del Portal**

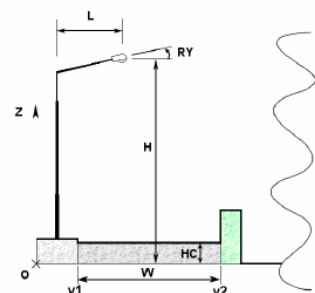
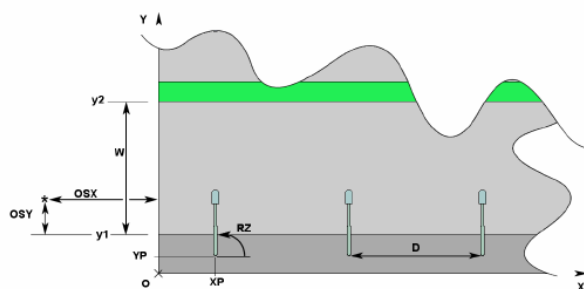
Informació àrea:

Superfície	Dimensions [m]	Àngulo[°]	Color	Coeficiente Reflexió	Ilum.Mèdia [lux]	Luminància Mèdia [cd/m²]
Acera A	25.00x1.00	Plano	RGB=168,168,168	55%	8	1.4
Calzada A	25.00x6.00	Plano	RGB=126,126,126	R3 7.01%	13	0.7
Acera B	25.00x1.00	Plano	RGB=168,168,168	55%	6.7	1.2

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Área [m]: 25.00x8.00x0.00

Datos de la Instalación (Archivo de Luminarias)

Nombre Fila	X 1er Poste [m] (XP)	Y 1er Poste [m] (YP)	h Poste [m] (H)	Núm. Postes	Interd. [m] (D)	Dim.Brazo [m] (L)	Incl.Lum. [°] (RY)	Rot.Brazo [°] (RZ)	Incl.Lat. [°] (RX)	Fact.Cons. [%]	Cod Lum.	Flujo [lm]	Ref.
Fila A	0.00	0.00	7.00	---	25.00	2.00	0	90	0	80.00	162.051	6000	A



Paràmetres de qualitat de la instal·lació:

Superfície	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	11 lux	3 lux	29 lux	0.26	0.10	0.38
Acera A	Iluminancia Horizontal (E)	8 lux	3 lux	14 lux	0.37	0.20	0.55
Calzada A	Iluminancia Horizontal (E)	13 lux	4 lux	29 lux	0.28	0.12	0.44
Acera B	Iluminancia Horizontal (E)	6.7 lux	5.9 lux	7.9 lux	0.89	0.74	0.84
Acera A	Luminancia (L)	1.4 cd/m²	0.5 cd/m²	2.5 cd/m²	0.37	0.20	0.55
Calzada A	Luminancia (L)	0.7 cd/m²	0.3 cd/m²	1.0 cd/m²	0.50	0.34	0.69
Acera B	Luminancia (L)	1.2 cd/m²	1.0 cd/m²	1.4 cd/m²	0.89	0.74	0.84

Tipo Cálculo: Sólo Dir. + Equipo

Confort Visual

Nombre del Tramo	Ancho Tramo [m] (W)	y1 [m]	y2 [m]	Pt.Cálc.Y	TablaR	Coef.Refl. Factor q0	Observador x Absoluto [m]	Observador y Absoluto [m]	Luminancia de Velo [cd/m²]	Incremento de Umbral [%]	Uniformidad Longitudinal
Acera A	1.00	0.00	1.00	1		55.00					
Calzada A	6.00	1.00	7.00	9	R3	7.01	-60.00	2.50	0.08	5.62	0.68
Acera B	1.00	7.00	8.00	1		55.00					

Contaminación Luminosa

Relación Media - Rn -	Intensidad Máxima
0.03 %	415 cd/km

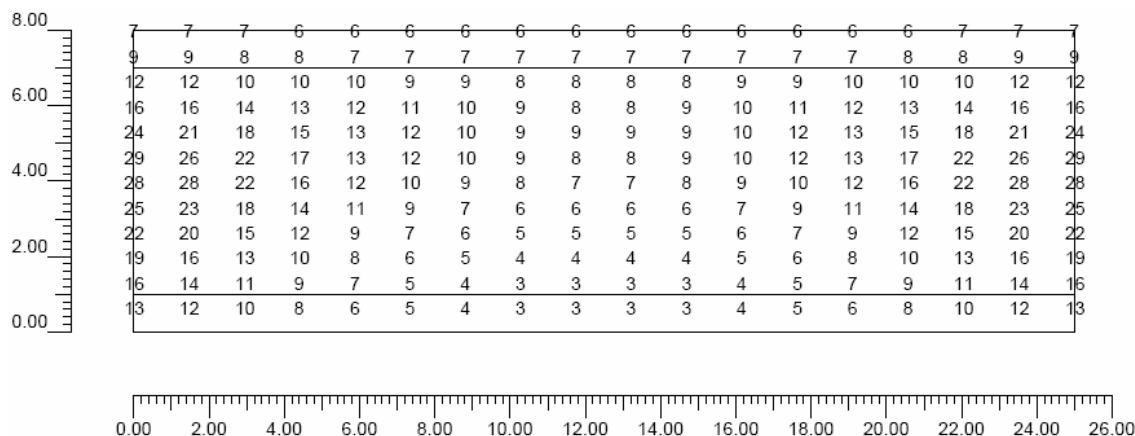
Valors de il·luminació horitzontal sobre pla de treball:

O (x:0.00 y:0.00 z:0.00)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
DX:1.47 DY:0.67	Iluminancia Horizontal (E)	11 lux	3 lux	29 lux	0.26	0.10	0.38

Tipo Cálculo

Sólo Dir. + Equipo

Escala 1/200



➤ c/ Onze de Setembre

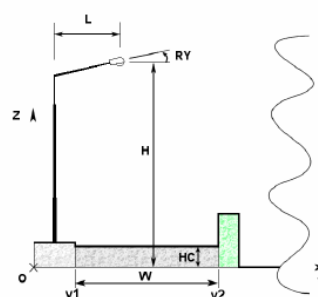
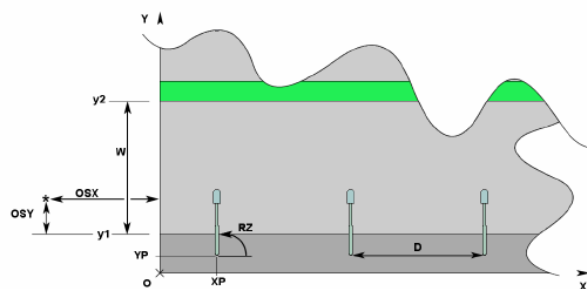
Informació àrea:

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo[°]	Color	Coeficiente Reflexión	Ilum.Media [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Acera A	25.00x1.50	Plano	RGB=168,168,168	55%	8.0	1.4
Calzada A	25.00x5.00	Plano	RGB=126,126,126	R3 7.01%	11	0.67
Acera B	25.00x1.50	Plano	RGB=168,168,168	55%	7	1.1

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Área [m]: 25.00x8.00x0.00

Datos de la Instalación (Archivo de Luminarias)

Nombre Fila	X 1er Poste [m] (XP)	Y 1er Poste [m] (YP)	h Poste [m] (H)	Núm. Postes	Interd. [m] (D)	Dim.Brazo [m] (L)	Incl.Lum. [°] (RY)	Rot.Brazo [°] (RZ)	Incl.Lat. [°] (RX)	Fact.Cons. [%]	Cod Lum.	Flujo [lm]	Ref.
Fila A	0.00	8.00	8.50	---	25.00	2.00	0	270	0	80.00	162.051	6000	A



Paràmetres de qualitat de la instal·lació

Superfície	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	10 lux	3 lux	20 lux	0.35	0.17	0.48
Acera A	Iluminancia Horizontal (E)	8.0 lux	7.5 lux	9.1 lux	0.94	0.83	0.88
Calzada A	Iluminancia Horizontal (E)	11 lux	4 lux	20 lux	0.41	0.22	0.54
Acera B	Iluminancia Horizontal (E)	7 lux	4 lux	11 lux	0.55	0.32	0.58
Acera A	Luminancia (L)	1.4 cd/m²	1.3 cd/m²	1.6 cd/m²	0.94	0.83	0.88
Calzada A	Luminancia (L)	0.67 cd/m²	0.44 cd/m²	0.85 cd/m²	0.66	0.52	0.78
Acera B	Luminancia (L)	1.1 cd/m²	0.6 cd/m²	2.0 cd/m²	0.55	0.32	0.58

Tipo Cálculo

Sólo Dir. + Equipo

Confort Visual

Nombre del Tramo	Ancho Tramo [m] (W)	y1 [m]	y2 [m]	Pt.Cálc.Y	TablaR	Coef.Refl. Factor q0	Observador x Absoluto [m]	Observador y Absoluto [m]	Luminancia de Velo [cd/m²]	Incremento de Umbral [%]	Uniformidad Longitudinal
Acera A	1.50	0.00	1.50	1		55.00					
Calzada A	5.00	1.50	6.50	9	R3	7.01	-60.00	2.75	0.08	5.78	0.83
Acera B	1.50	6.50	8.00	1		55.00					

Contaminación Luminosa

Relación Media - Rn -	Intensidad Máxima
0.03 %	415 cd/klm

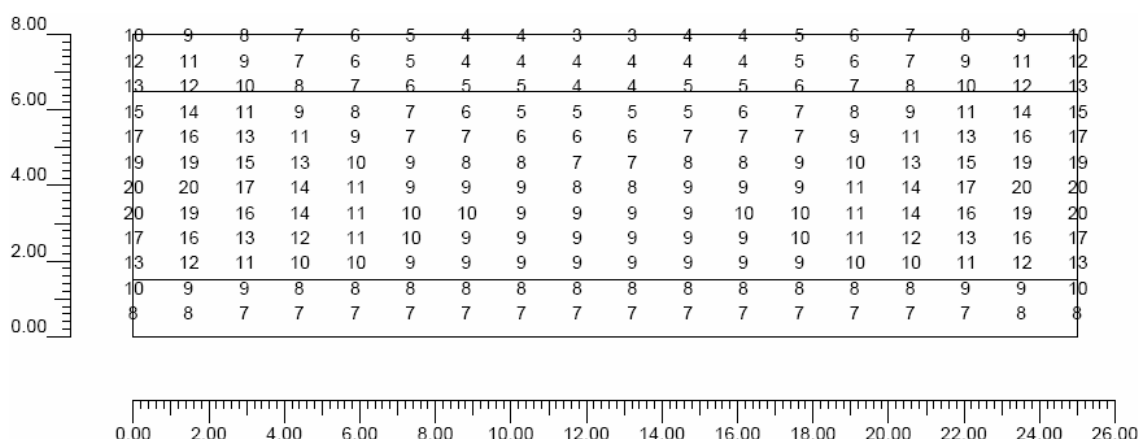
Valors de il·luminació horitzontal sobre pla de treball:

O (x:0.00 y:0.00 z:0.00)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
DX:1.47 DY:0.67	Iluminancia Horizontal (E)	10 lux	3 lux	20 lux	0.35	0.17	0.48

Tipo Cálculo

Sólo Dir. + Equipo

Escala 1/200



C.5.1.2.- Alternativa 2

➤ c/ del Castell

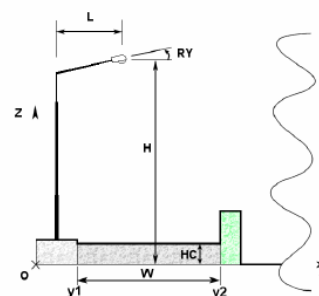
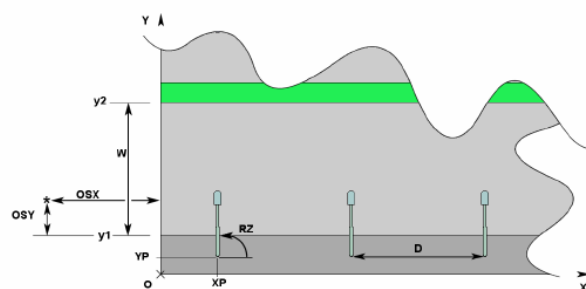
Informació àrea:

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo[°]	Color	Coeficiente Reflexión	Ilum.Medida [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Acera A	16.00x0.60	Plano	RGB=168,168,168	55%	20	3.5
Calzada A	16.00x4.50	Plano	RGB=126,126,126	R3 7.01%	25	1.8
Acera B	16.00x0.60	Plano	RGB=168,168,168	55%	14	2.5

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Área [m]: 16.00x5.70x0.00

Datos de la Instalación (Archivo de Luminarias)

Nombre Fila	X 1er Poste [m] (XP)	Y 1er Poste [m] (YP)	h Poste [m] (H)	Núm. Postes	Interd. [m] (D)	Dim.Brazo [m] (L)	Incl.Lum. [°] (RY)	Rot.Brazo [°] (RZ)	Incl.Lat. [°] (RX)	Fact.Cons. [%]	Cod Lum.	Flujo [lm]	Ref.
Fila A	0.00	5.70	7.30	---	16.00	1.50	0	270	0	80.00	168.041-MH	6300	A



Paràmetres de qualitat de la instal·lació:

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	24 lux	8 lux	41 lux	0.34	0.20	0.58
Acera A	Iluminancia Horizontal (E)	20 lux	19 lux	21 lux	0.94	0.88	0.94
Calzada A	Iluminancia Horizontal (E)	25 lux	11 lux	35 lux	0.42	0.31	0.73
Acera B	Iluminancia Horizontal (E)	14 lux	9 lux	19 lux	0.67	0.50	0.75
Acera A	Luminancia (L)	3.5 cd/m²	3.3 cd/m²	3.8 cd/m²	0.94	0.88	0.94
Calzada A	Luminancia (L)	1.8 cd/m²	0.8 cd/m²	2.5 cd/m²	0.45	0.32	0.70
Acera B	Luminancia (L)	2.5 cd/m²	1.7 cd/m²	3.3 cd/m²	0.67	0.50	0.75

Tipo Cálculo

Sólo Dir. + Equipo

Confort Visual

Nombre del Tramo	Ancho Tramo [m] (W)	y1 [m]	y2 [m]	Pt.Cálc.Y	TablaR	Coef.Refl. Factor q0	Observador x Absoluto [m]	Observador y Absoluto [m]	Luminancia de Velo [cd/m²]	Incremento de Umbral [%]	Uniformidad Longitudinal
Acera A	0.60	0.00	0.60	1		55.00					
Calzada A	4.50	0.60	5.10	9	R3	7.01	-60.00	1.73	0.20	6.78	0.88
Acera B	0.60	5.10	5.70	1		55.00					

Contaminación Luminosa

Relación Media - Rn -	Intensidad Máxima
0.01 %	827 cd/klm

Valors de il·luminació horitzontal sobre pla de treball:

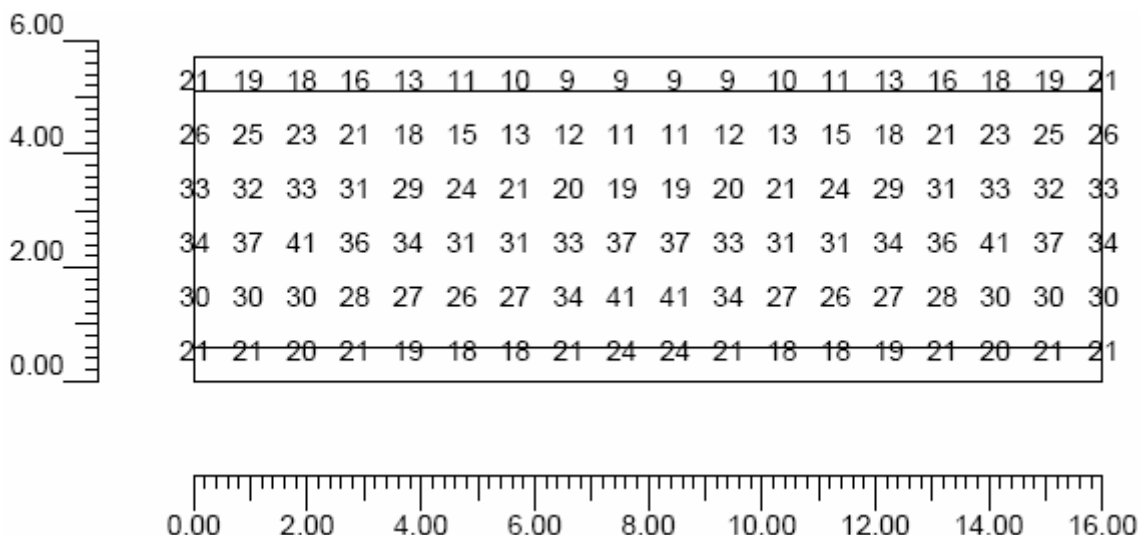
O (x:0.00 y:0.00 z:0.00)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
DX:0.94 DY:0.48	Iluminancia Horizontal (E)	24 lux	8 lux	41 lux	0.34	0.20	0.58

Tipo Cálculo

Sólo Dir. + Equipo

Escala 1/200

No todos los puntos de medida son visibles



➤ c/ del Portal

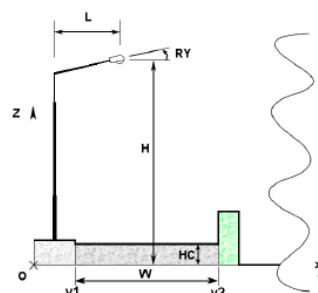
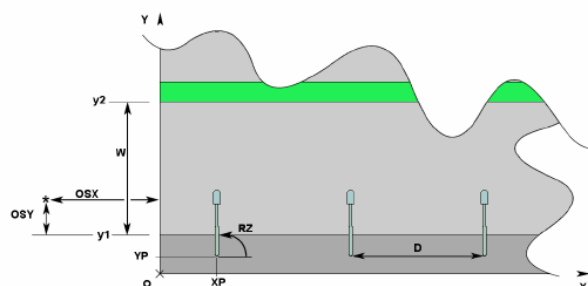
Informació àrea:

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo[°]	Color	Coeficiente Reflexión	Ilum.Media [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Acera A	25.00x1.00	Plano	RGB=168,168,168	55%	8	1.5
Calzada A	25.00x6.00	Plano	RGB=126,126,126	R3 7.01%	16	1.0
Acera B	25.00x1.00	Plano	RGB=168,168,168	55%	6.2	1.1

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Área [m]: 25.00x8.00x0.00

Datos de la Instalación (Archivo de Luminarias)

Nombre Fila	X 1er Poste [m] (XP)	Y 1er Poste [m] (YP)	h Poste [m] (H)	Núm. Postes	Interd. [m] (D)	Dim.Brazo [m] (L)	Incl.Lum. [°] (RY)	Rot.Brazo [°] (RZ)	Incl.Lat. [°] (RX)	Fact.Cons. [%]	Cod Lum.	Flujo [lm]	Ref.
Fila A	0.00	0.00	7.00	---	25.00	2.00	0	90	0	80.00	168.041-MH	6300	A



Paràmetres de qualitat de la instal·lació:

Superfície	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	14 lux	3 lux	38 lux	0.23	0.08	0.35
Acera A	Iluminancia Horizontal (E)	8 lux	3 lux	17 lux	0.40	0.20	0.51
Calzada A	Iluminancia Horizontal (E)	16 lux	4 lux	31 lux	0.25	0.13	0.52
Acera B	Iluminancia Horizontal (E)	6.2 lux	4.3 lux	8.7 lux	0.69	0.49	0.71
Acera A	Luminancia (L)	1.5 cd/m²	0.6 cd/m²	2.9 cd/m²	0.40	0.20	0.51
Calzada A	Luminancia (L)	1.0 cd/m²	0.3 cd/m²	1.9 cd/m²	0.35	0.18	0.51
Acera B	Luminancia (L)	1.1 cd/m²	0.8 cd/m²	1.5 cd/m²	0.69	0.49	0.71

Tipo Cálculo

Sólo Dir. + Equipo

Confort Visual

Nombre del Tramo	Ancho Tramo [m] (W)	y1 [m]	y2 [m]	Pt.Cálc.Y	TablaR	Coef.Refl. Factor q0	Observador x Absoluto [m]	Observador y Absoluto [m]	Luminancia de Velo [cd/m²]	Incremento de Umbral [%]	Uniformidad Longitudinal
Acera A	1.00	0.00	1.00	1	R3	55.00	-60.00	2.50	0.12	6.86	0.58
Calzada A	6.00	1.00	7.00	9		7.01					
Acera B	1.00	7.00	8.00	1		55.00					

Contaminación Luminosa

Relación Media - Rn -	Intensidad Máxima
0.01 %	827 cd/klm

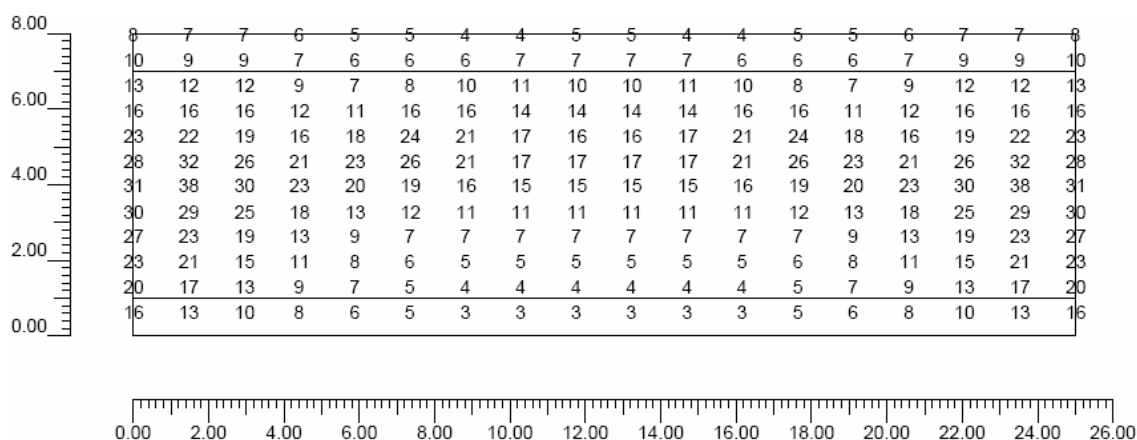
Valors de il·luminació horitzontal sobre pla de treball:

O (x:0.00 y:0.00 z:0.00)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
DX:1.47 DY:0.67	Iluminancia Horizontal (E)	14 lux	3 lux	38 lux	0.23	0.08	0.35

Tipo Cálculo

Sólo Dir. + Equipo

Escala 1/200



➤ **c/ Onze de Setembre**

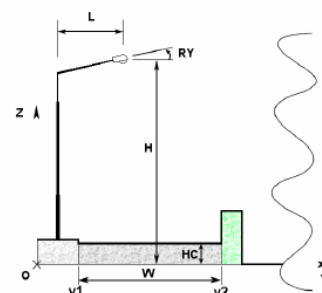
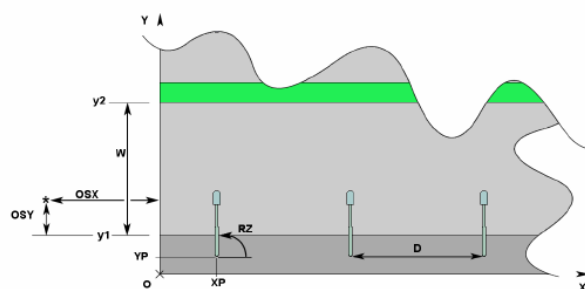
Informació àrea:

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo[°]	Color	Coefficiente Reflexión	Ilum.Medida [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Acera A	25.00x1.50	Plano	RGB=168,168,168	55%	8.4	1.5
Calzada A	25.00x5.00	Plano	RGB=126,126,126	R3 7.01%	15	1.0
Acera B	25.00x1.50	Plano	RGB=168,168,168	55%	7	1.3

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Área [m]: 25.00x8.00x0.00

Datos de la Instalación (Archivo de Luminarias)

Nombre Fila	X 1er Poste [m] (XP)	Y 1er Poste [m] (YP)	h Poste [m] (H)	Núm. Postes	Interd. [m] (D)	Dim.Brazo [m] (L)	Incl.Lum. [°] (RY)	Rot.Brazo [°] (RZ)	Incl.Lat. [°] (RX)	Fact.Cons. [%]	Cod Lum.	Flujo [lm]	Ref.
Fila A	0.00	8.00	8.50	---	25.00	2.00	0	270	0	80.00	168.041-MH	6300	A



Paràmetres de qualitat de la instal·lació:

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	12 lux	3 lux	25 lux	0.27	0.13	0.49
Acera A	Iluminancia Horizontal (E)	8.4 lux	6.1 lux	9.7 lux	0.72	0.63	0.87
Calzada A	Iluminancia Horizontal (E)	15 lux	5 lux	27 lux	0.32	0.18	0.55
Acera B	Iluminancia Horizontal (E)	7 lux	4 lux	14 lux	0.49	0.26	0.53
Acera A	Luminancia (L)	1.5 cd/m²	1.1 cd/m²	1.7 cd/m²	0.72	0.63	0.87
Calzada A	Luminancia (L)	1.0 cd/m²	0.5 cd/m²	1.7 cd/m²	0.50	0.30	0.61
Acera B	Luminancia (L)	1.3 cd/m²	0.6 cd/m²	2.4 cd/m²	0.49	0.26	0.53

Tipo Cálculo: Sólo Dir. + Equipo

Confort Visual

Nombre del Tramo	Ancho Tramo [m] (W)	y1 [m]	y2 [m]	Pt.Cálc.Y	TablaR	Coef.Refl. Factor q0	Observador x Absoluto [m]	Observador y Absoluto [m]	Luminancia de Velo [cd/m²]	Incremento de Umbral [%]	Uniformidad Longitudinal
Acera A	1.50	0.00	1.50	1		55.00					
Calzada A	5.00	1.50	6.50	9	R3	7.01	-60.00	2.75	0.16	8.26	0.70
Acera B	1.50	6.50	8.00	1		55.00					

Contaminación Luminosa

Relación Media - Rn -	Intensidad Máxima
0.01 %	827 cd/klm

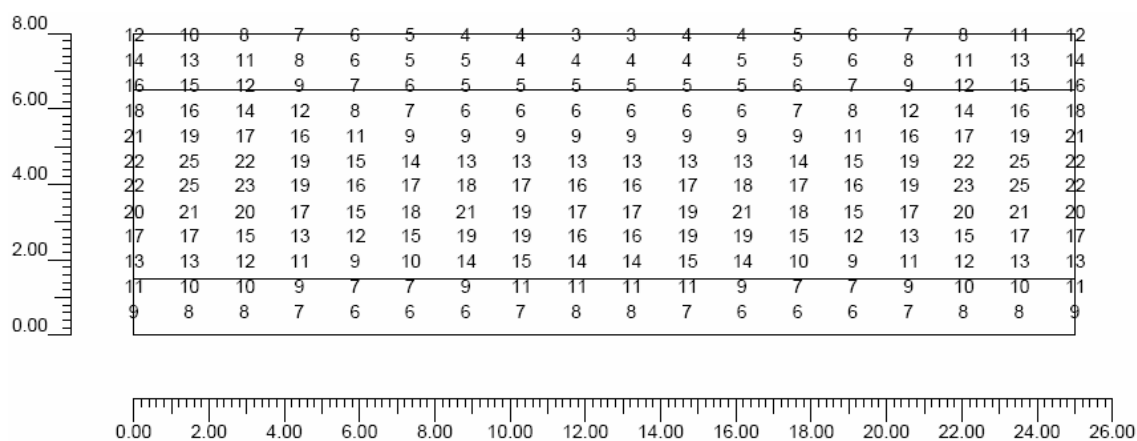
Valors de il·luminació horitzontal sobre pla de treball:

O (x:0.00 y:0.00 z:0.00)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
DX:1.47 DY:0.67	Iluminancia Horizontal (E)	12 lux	3 lux	25 lux	0.27	0.13	0.49

Tipo Cálculo

Sólo Dir. + Equipo

Escala 1/200



C.5.1.3.- Alternativa 3

➤ c/ del Castell

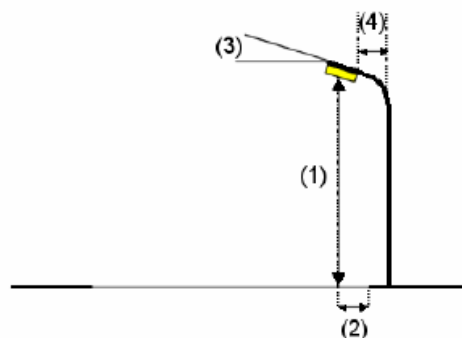
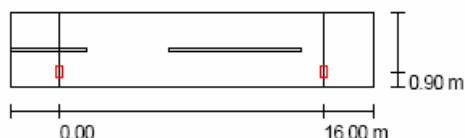
Dades de planificació:

Perfil de la via pública

Calzada 1 (Anchura: 4.500 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R2, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.80

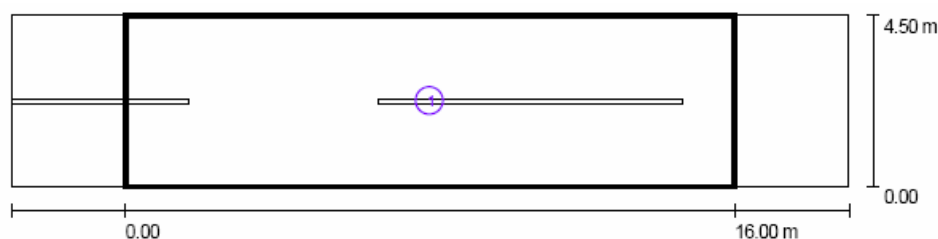
Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	Philips CitySoul LED BGP430 16xGRN-1S/740. DC
Flujo luminoso de las luminarias:	1680 lm
Potencia de las luminarias:	21.0 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	16.000 m
Altura de montaje (1):	7.300 m
Altura del punto de luz:	7.471 m
Saliente sobre la calzada (2):	0.900 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	1.500 m

Valores máximos de la intensidad luminica
con 70°: 416 cd/klm
con 80°: 16 cd/klm
con 90°: 0.38 cd/klm
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Ninguna intensidad luminica por encima de 90°.
La disposición cumple con la clase de intensidad luminica G4.
La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

Resultats luminotècnics:



Factor mantenimiento: 0.80

Escala 1:158

Lista del recuadro de evaluación

- Recuadro de evaluación Calzada 1
Longitud: 16.000 m, Anchura: 4.500 m
Trama: 10 x 3 Puntos
Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.
Clase de iluminación seleccionada: S4 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:
Valores de consigna según clase:
Cumplido/No cumplido:

E_m [lx]	E_{min} [lx]
7	5
≥ 5	≥ 1
✓	✓

➤ c/ del Portal

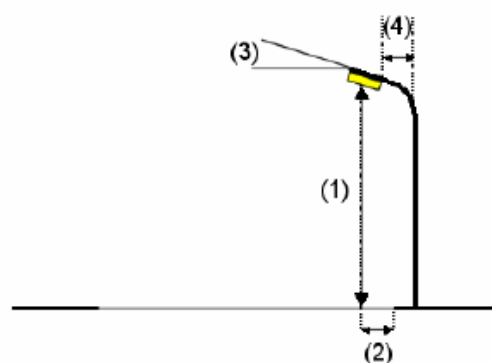
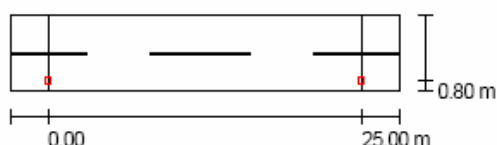
Dades de planificació:

Perfil de la via pública

Calzada 1 (Anchura: 6.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R2, q0: 0.070)

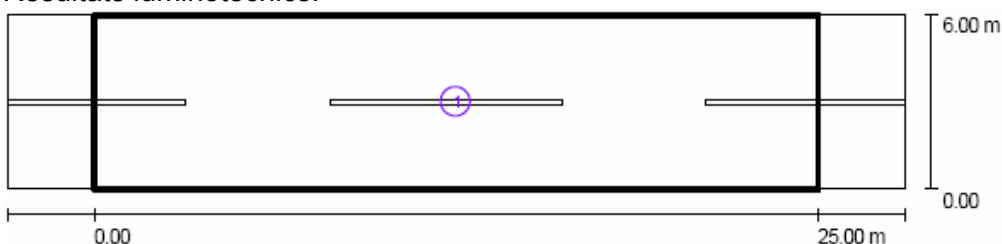
Factor mantenimiento: 0.80

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	Philips CitySoul LED BGP430 32xECO-1S/830. DW	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso de las luminarias:	4736 lm	con 70°: 494 cd/klm
Potencia de las luminarias:	58.0 W	con 80°: 66 cd/klm
Organización:	unilateral abajo	con 90°: 0.46 cd/klm
Distancia entre mástiles:	25.000 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Altura de montaje (1):	7.000 m	Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.
Altura del punto de luz:	7.171 m	La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G4.
Saliente sobre la calzada (2):	0.800 m	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.
Inclinación del brazo (3):	0.0 °	
Longitud del brazo (4):	2.000 m	

Resultats luminotècnics:



Factor mantenimiento: 0.80

Escala 1:222

Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Calzada 1
Longitud: 25.000 m, Anchura: 6.000 m
Trama: 10 x 4 Puntos
Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.
Clase de iluminación seleccionada: S3 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:	E_m [lx]	E_{min} [lx]
Valores de consigna según clase:	10.7	6.2
Cumplido/No cumplido:	≥ 7.5	≥ 1.5
	✓	✓

➤ c/ Onze de Setembre

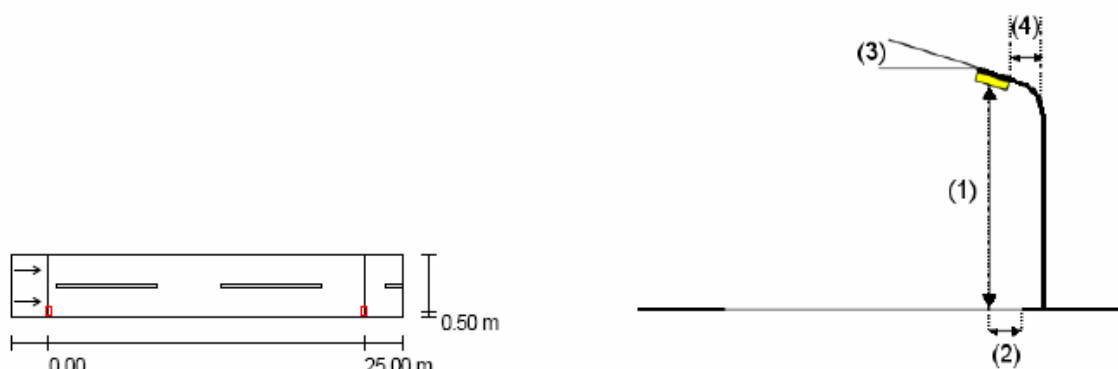
Dades de planificació:

Perfil de la via pública

Calzada 1 (Anchura: 5.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R2, q0: 0.070)

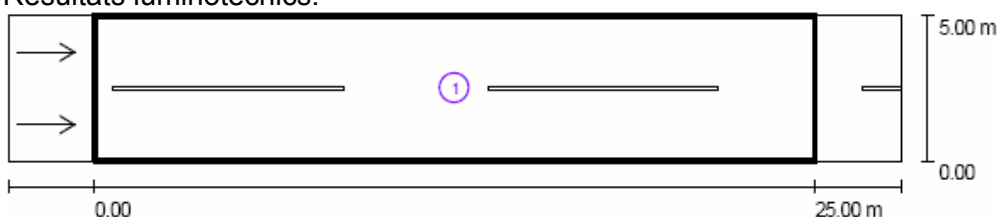
Factor mantenimiento: 0.80

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	Philips CitySoul LED BGP430 32xECO-1S/830. DW	
Flujo luminoso de las luminarias:	4736 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica
Potencia de las luminarias:	58.0 W	con 70°: 494 cd/klm
Organización:	unilateral abajo	con 80°: 66 cd/klm
Distancia entre mástiles:	25.000 m	con 90°: 0.46 cd/klm
Altura de montaje (1):	8.500 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Altura del punto de luz:	8.671 m	Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.
Saliente sobre la calzada (2):	0.500 m	La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G4.
Inclinación del brazo (3):	0.0 °	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.
Longitud del brazo (4):	2.000 m	

Resultats luminotècnics:



Factor mantenimiento: 0.80

Escala 1:222

Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Calzada 1
Longitud: 25.000 m, Anchura: 5.000 m
Trama: 10 x 6 Puntos
Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.
Revestimiento de la calzada: R2, q0: 0.070
Clase de iluminación seleccionada: ME5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.7	0.72	0.8	6	0.7
Valores de consigna según clase:	≥ 0.5	≥ 0.35	≥ 0.4	≤ 15	≥ 0.5
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

C.5.2.- Càlcul Eficiència Energètica

Per a la realització dels càlculs d'eficiència energètica, han estat analitzats amb el procediment explicat en l'apartat C.3.

C.5.2.1.- Alternativa 1.

Carrer	nº punt de llum	S (m2)	Em (lux)	Em servei (lux)	P (W)	ϵ (m2·lux / W)
c/ del Castell	27-28	72,00	20,00	16,00	70	16,46
c/ del Portal	57-58	150,00	13,00	10,40	70	22,29
c/ Onze de Setembre	109-110	125,00	11,00	8,80	70	15,71

Taula C.12. Eficiència energètica en l'alternativa 1

C.5.2.2.- Alternativa 2.

Carrer	nº punt de llum	S (m2)	Em (lux)	Em servei (lux)	P (W)	ϵ (m2·lux / W)
c/ del Castell	27-28	72,00	25,00	20,00	70	20,57
c/ del Portal	57-58	150,00	16,00	12,80	70	27,43
c/ Onze de Setembre	109-110	125,00	15,00	12,00	70	21,43

Taula C.13. Eficiència energètica en l'alternativa 2

C.5.2.3.- Alternativa 3.

Carrer	Nº punt de llum	S (m2)	Em (lux)	Em servei (lux)	P (W)	ϵ (m2·lux / W)
c/ del Castell	27-28	72,00	7,00	5,60	21	19,20
c/ del Portal	57-58	150,00	10,70	8,56	58	22,14
c/ Onze de Setembre	109-110	125,00	9,35	7,48	58	16,12

Taula C.14. Eficiència energètica en l'alternativa 3

C.5.3.- Càlcul Qualificació Energètica

C.5.3.1.- Alternativa 1.

Carrer	Ems (lux)	ϵ (m2·lux / W)	ϵ_R (m2·lux / W)	$I\epsilon$	ICE	Qualificació Energètica
c/ del Castell	16	16,46	11,4	1,44	0,69	A
c/ del Portal	10,49	22,29	9,20	2,42	0,41	A
c/ Onze de Setembre	8,80	15,71	16,08	0,98	1,02	B

on:

E_{ms} = Il·luminació mitja en servei projectada.

ϵ = Eficiència energètica de la instal·lació d'enllumenat exterior.

ϵ_R = Eficiència energètica de referència

$I\epsilon$ = Índex d'eficiència energètica

ICE = Índex de Consum Energètic

Taula C.15. Qualificació Energètica en l'alternativa 1.

C.5.3.2.- Alternativa 2.

Carrer	Ems (lux)	ϵ (m ² ·lux / W)	ϵ_R (m ² ·lux / W)	$I\epsilon$	ICE	Qualificació Energètica
c/ del Castell	20	20,57	13	1,58	0,63	A
c/ del Portal	12,80	27,43	10,12	2,71	0,37	A
c/ Onze de Setembre	12	21,43	20	1,07	0,93	B

on:
Ems = Il·luminació mitja en servei projectada.
 ϵ = Eficiència energètica de la instal·lació d'enllumenat exterior.
 ϵ_R = Eficiència energètica de referència
 $I\epsilon$ = Índex d'eficiència energètica
ICE = Índex de Consum Energètic

Taula C.16. Qualificació Energètica en l'alternativa 2.

C.5.3.3.- Alternativa 3.

Carrer	Ems (lux)	ϵ (m ² ·lux / W)	ϵ_R (m ² ·lux / W)	$I\epsilon$	ICE	Qualificació Energètica
c/ del Castell	5,60	19,20	5,48	3,50	0,29	A
c/ del Portal	8,56	22,14	7,85	2,82	0,35	A
c/ Onze de Setembre	7,48	16,12	14	1,15	0,87	A

on:
Ems = Il·luminació mitja en servei projectada.
 ϵ = Eficiència energètica de la instal·lació d'enllumenat exterior.
 ϵ_R = Eficiència energètica de referència
 $I\epsilon$ = Índex d'eficiència energètica
ICE = Índex de Consum Energètic

Taula C.17. Qualificació Energètica en l'alternativa 3.

C.6.- SOLUCIÓ FINAL ADOPTADA. CÀLCULS DETALLATS.

Aquest apartat exposa de manera exhaustiva els càlculs i resultats lumínics dels carrers referència utilitzats per justificar els valors de l'auditoria energètica.

Aquest càlculs s'han realitzat amb el programa informàtic Dialux 4.8, en el que s'han introduït les dades cercades en el treball de camp, així com les dades fotomètriques proporcionades pel fabricant dels equips seleccionats com alternativa definitiva.

Abans de incloure els resultats de la solució adoptada es fa una breu explicació del funcionament del programa per tal de donar una idea de la seva utilitat i precisió.

Exemple simplificat d'introducció de dades:

S'ha considerat les dades del carrer del Castell.

En les següents figures es poden veure imatges de l'execució del programa en la introducció de les dades geomètriques del carrer, amplada, tipus de situació de les lluminàries, altura d'instal·lació de les mateixes, longitud de sortida del bàcul, tipus de llumenera, etc.

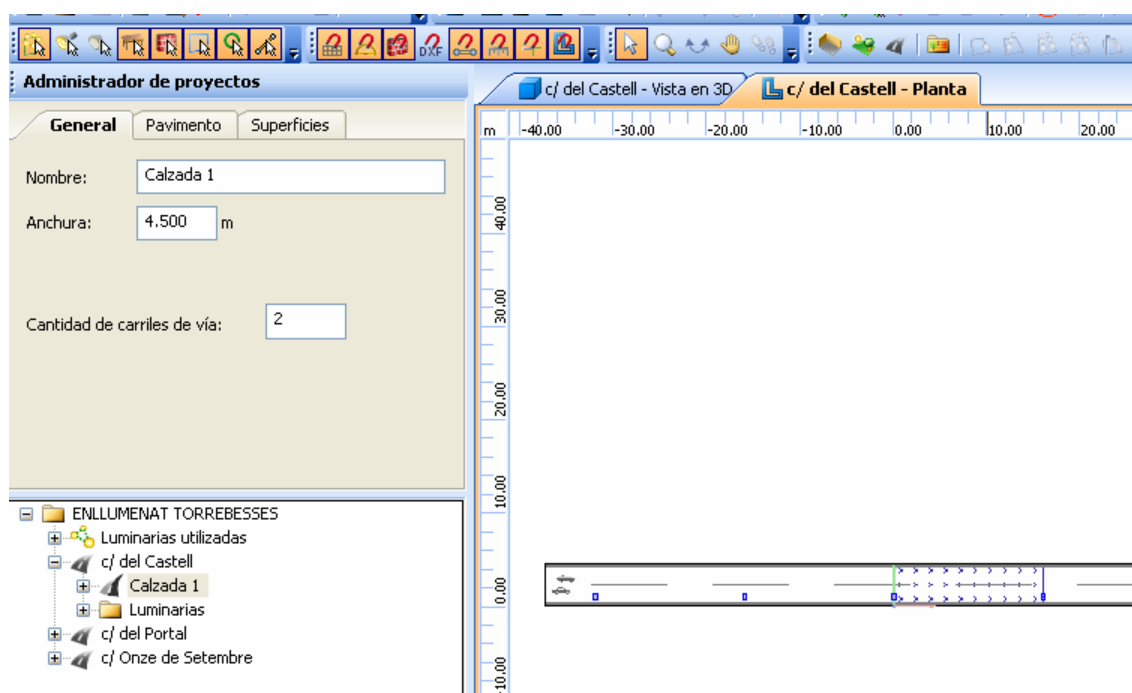


Fig. C.3. Imatge Dialux. Introducció dades del carrer del Castell.

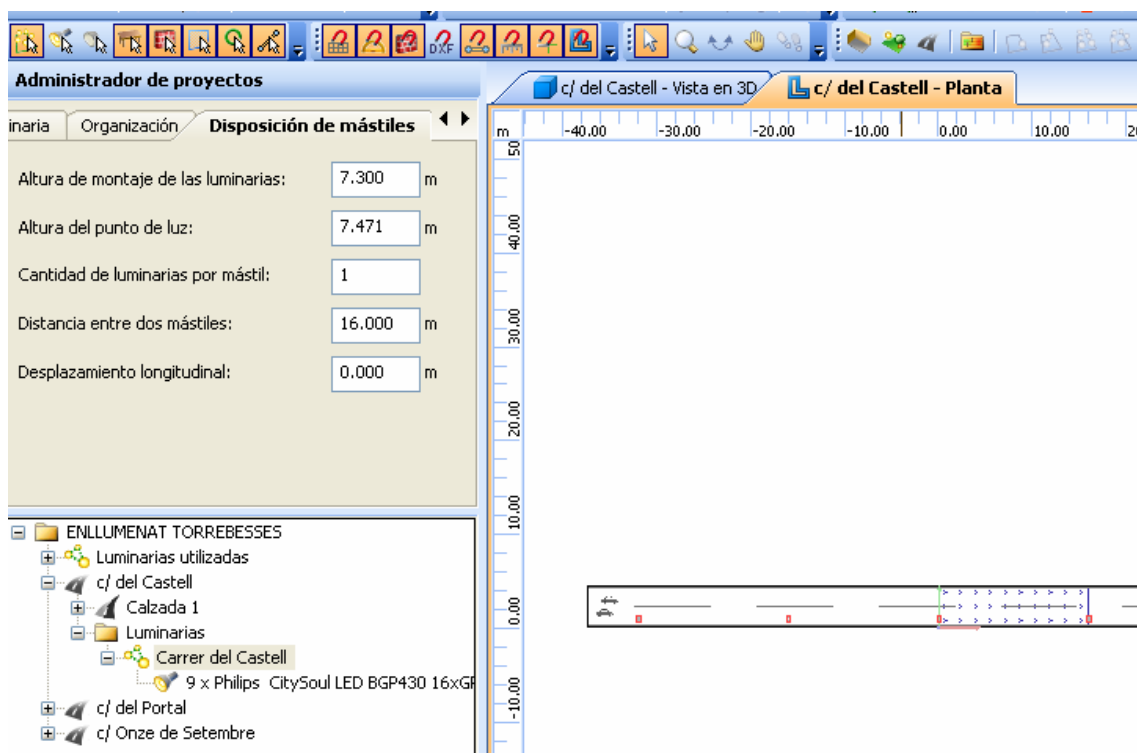


Fig. C.4. Imatge Dialux. Introducció dades de muntatge de les Il·luminàries..

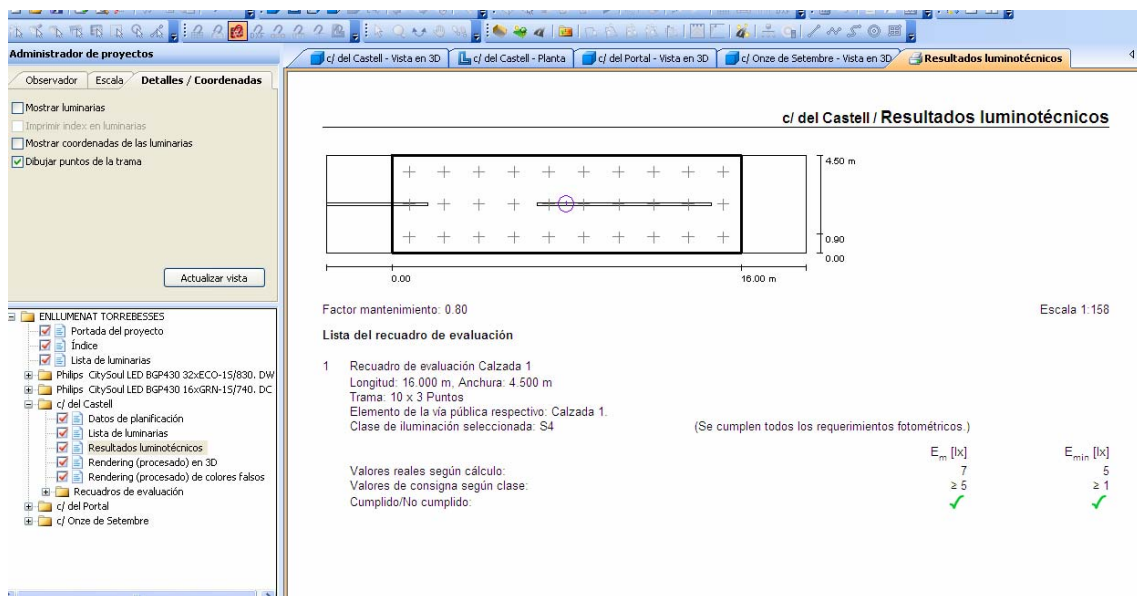


Fig. C.5. Imatge Dialux. Resultats luminotècnics 1.

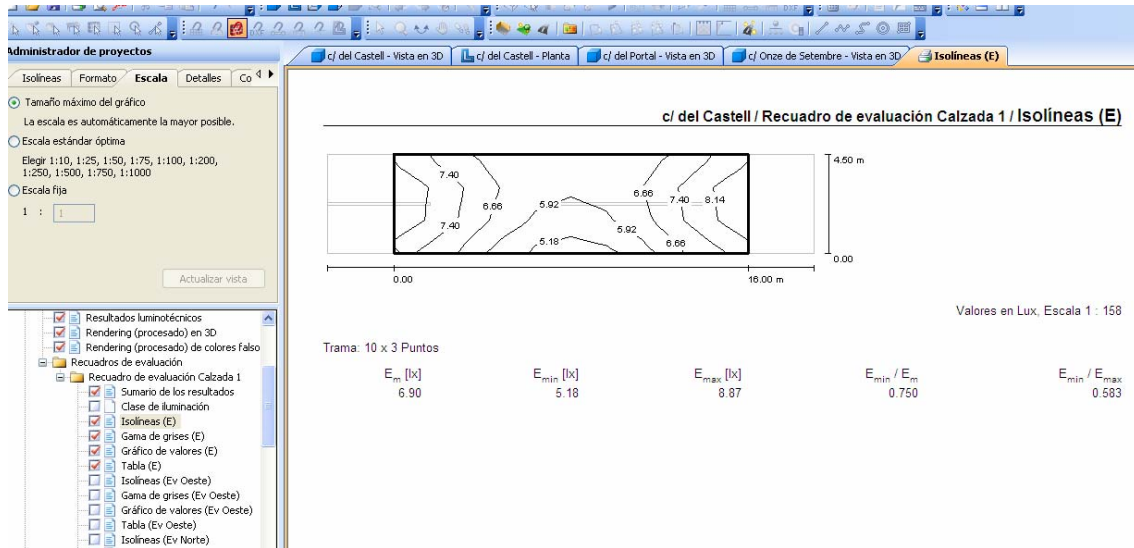


Fig. C.6. Imatge Dialux. Resultats luminotècnics 2.

Tot seguit s'adjunten els fulls amb els resultats dels càlculs obtinguts en l'estudi luminotècnic de la solució adoptada:

ENLLUMENAT TORREBESSES

Contacto:
N° de encargo:
Empresa:
N° de cliente:

Fecha: 25.08.2010
Proyecto elaborado por:

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Índice

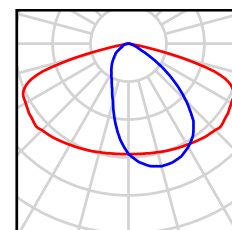
ENLLUMENAT TORREBESSES

Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	3
Philips CitySoul LED BGP430 32xEco-1S/830. DW	
Hoja de datos de luminarias	4
Philips CitySoul LED BGP430 16xGRN-1S/740. DC	
Hoja de datos de luminarias	5
c/ del Castell	
Datos de planificación	6
Lista de luminarias	7
Resultados luminotécnicos	8
Rendering (procesado) en 3D	9
Rendering (procesado) de colores falsos	10
Recuadros de evaluación	
Recuadro de evaluación Calzada 1	
Sumario de los resultados	11
Isolíneas (E)	12
Gama de grises (E)	13
Gráfico de valores (E)	14
Tabla (E)	15
c/ del Portal	
Datos de planificación	16
Lista de luminarias	17
Resultados luminotécnicos	18
Rendering (procesado) en 3D	19
Rendering (procesado) de colores falsos	20
Recuadros de evaluación	
Recuadro de evaluación Calzada 1	
Sumario de los resultados	21
Isolíneas (E)	22
Gama de grises (E)	23
Gráfico de valores (E)	24
Tabla (E)	25
c/ Onze de Setembre	
Datos de planificación	26
Lista de luminarias	27
Resultados luminotécnicos	28
Rendering (procesado) en 3D	29
Rendering (procesado) de colores falsos	30
Recuadros de evaluación	
Recuadro de evaluación Calzada 1	
Sumario de los resultados	31
Isolíneas (E)	32
Gama de grises (E)	33
Gráfico de valores (E)	34
Tabla (E)	35

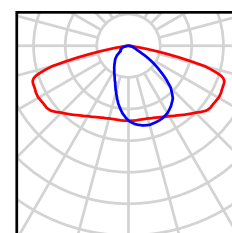
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

ENLLUMENAT TORREBESSES / Lista de luminarias

9 Pieza Philips CitySoul LED BGP430 16xGRN-1S/740.
DC
N° de artículo:
Flujo luminoso de las luminarias: 1680 lm
Potencia de las luminarias: 21.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 45 81 99 100 86
Armamento: 16 x GRN-1S/740. (Factor de
corrección 1.000).



13 Pieza Philips CitySoul LED BGP430 32xECO-1S/830.
DW
N° de artículo:
Flujo luminoso de las luminarias: 4736 lm
Potencia de las luminarias: 58.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 39 74 97 100 84
Armamento: 32 x ECO-1S/830. (Factor de
corrección 1.000).



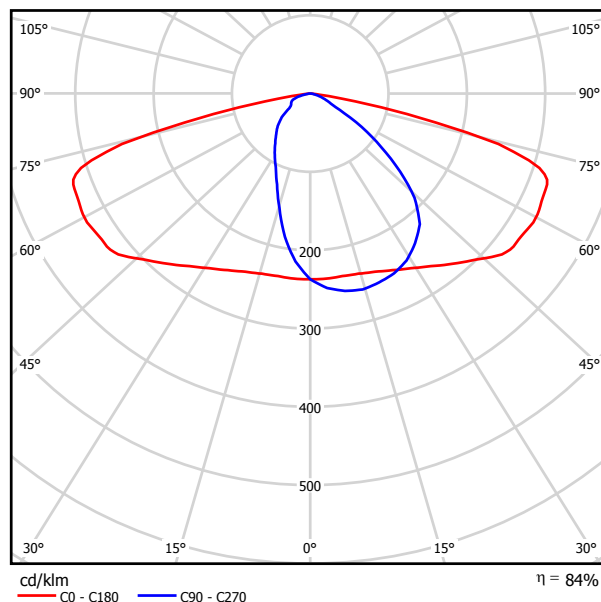
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips CitySoul LED BGP430 32xEco-1S/830. DW / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 39 74 97 100 84



Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

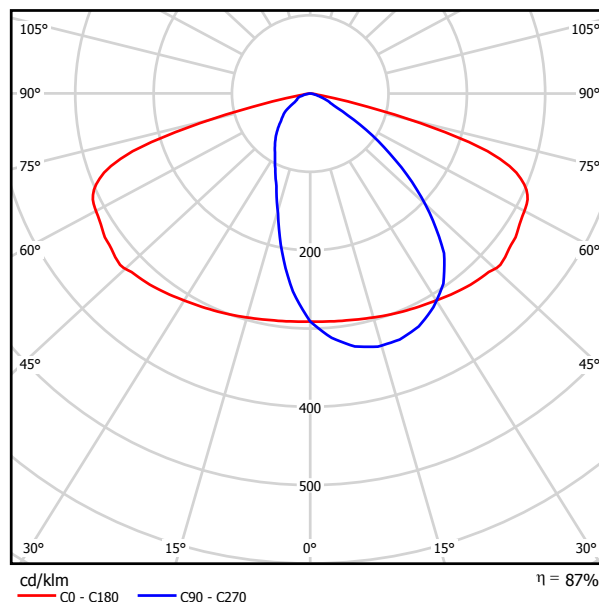
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips CitySoul LED BGP430 16xGRN-1S/740. DC / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 45 81 99 100 86



Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

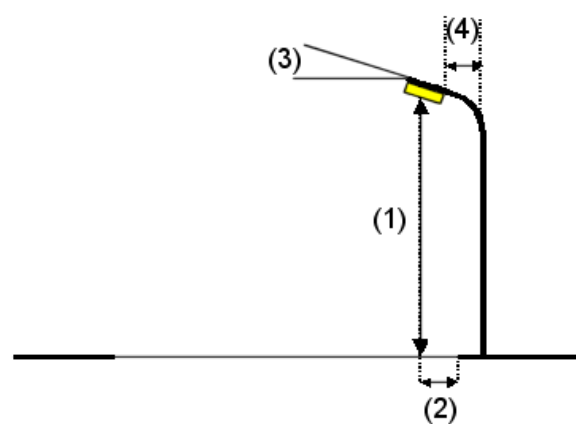
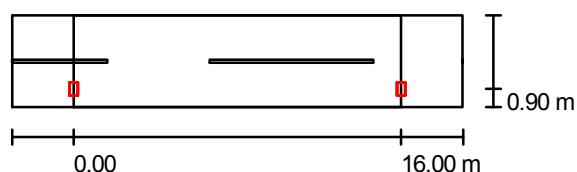
c/ del Castell / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Calzada 1 (Anchura: 4.500 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R2, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.80

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	Philips CitySoul LED BGP430 16xGRN-1S/740. DC
Flujo luminoso de las luminarias:	1680 lm
Potencia de las luminarias:	21.0 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	16.000 m
Altura de montaje (1):	7.300 m
Altura del punto de luz:	7.471 m
Saliente sobre la calzada (2):	0.900 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	1.500 m

Valores máximos de la intensidad lumínica

con 70°:	416 cd/klm
con 80°:	16 cd/klm
con 90°:	0.38 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

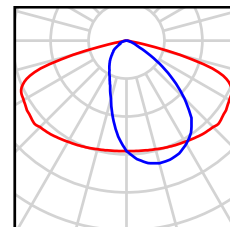
Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°. La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G4.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

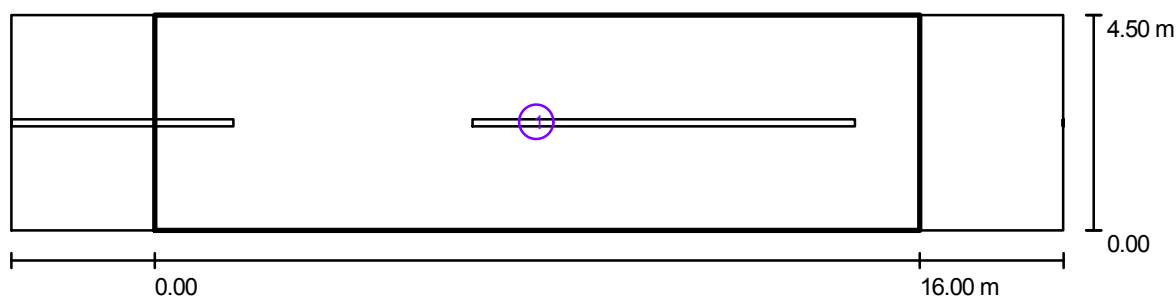
c/ del Castell / Lista de luminarias

Philips CitySoul LED BGP430 16xGRN-1S/740.
DC
N° de artículo:
Flujo luminoso de las luminarias: 1680 lm
Potencia de las luminarias: 21.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 45 81 99 100 86
Armamento: 16 x GRN-1S/740. (Factor de
corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

c/ del Castell / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.80

Escala 1:158

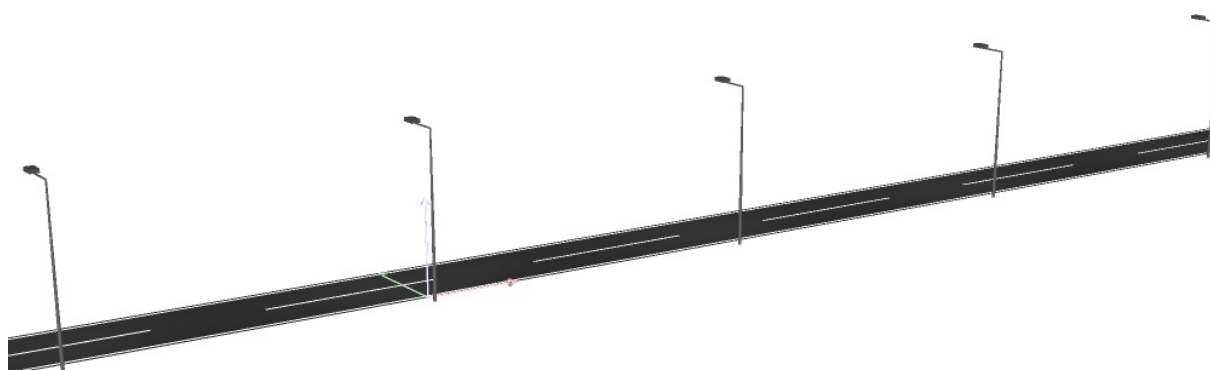
Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Calzada 1
Longitud: 16.000 m, Anchura: 4.500 m
Trama: 10 x 3 Puntos
Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.
Clase de iluminación seleccionada: S4 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	E_{min} [lx]
Valores reales según cálculo:	7	5
Valores de consigna según clase:	≥ 5	≥ 1
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

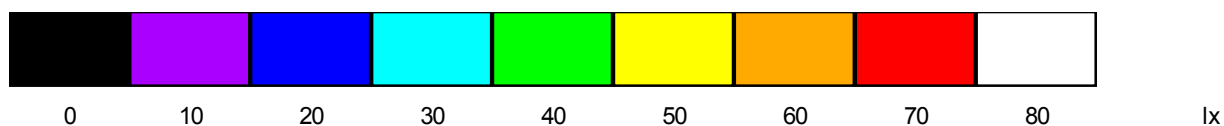
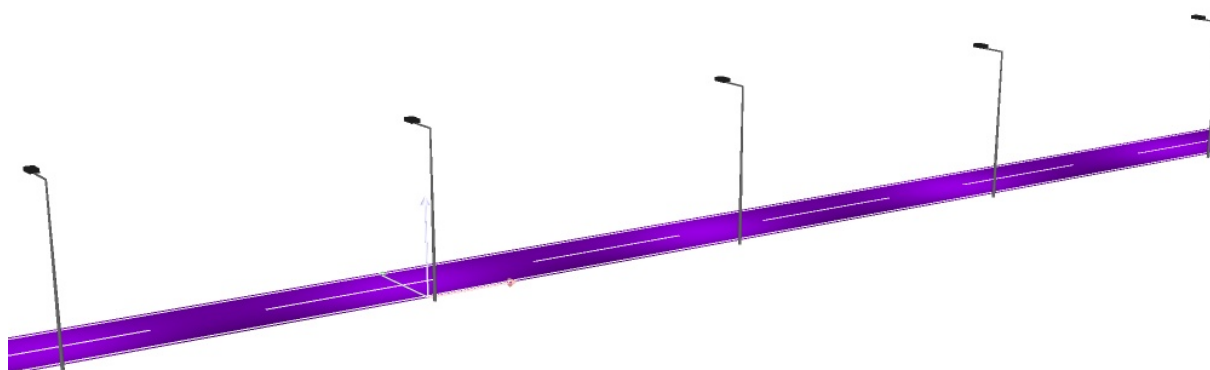
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

c/ del Castell / Rendering (procesado) en 3D



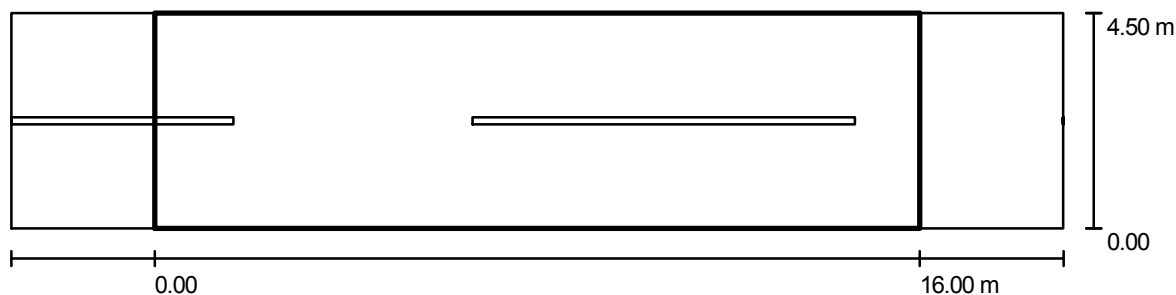
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

c/ del Castell / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

c/ del Castell / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Sumario de los resultados



Factor mantenimiento: 0.80

Escala 1:158

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Clase de iluminación seleccionada: S4

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

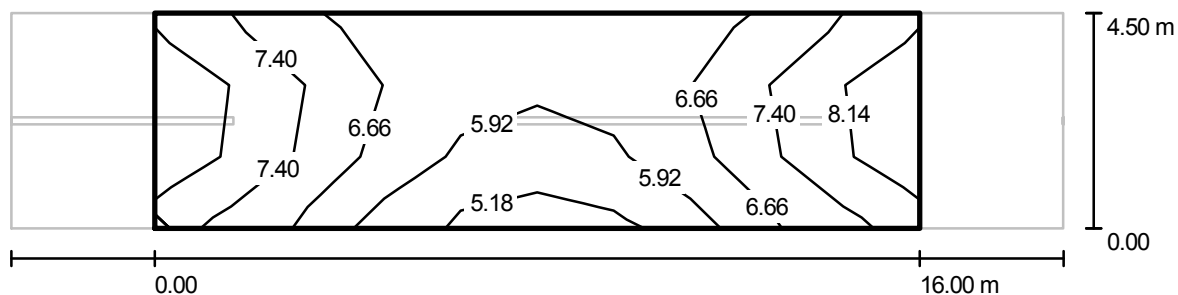
Valores de consigna según clase:

Cumplido/No cumplido:

E_m [lx]	E_{min} [lx]
7	5
≥ 5	≥ 1
✓	✓

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

c/ del Castell / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 158

Trama: 10 x 3 Puntos

E_m [lx]
6.90

E_{min} [lx]
5.18

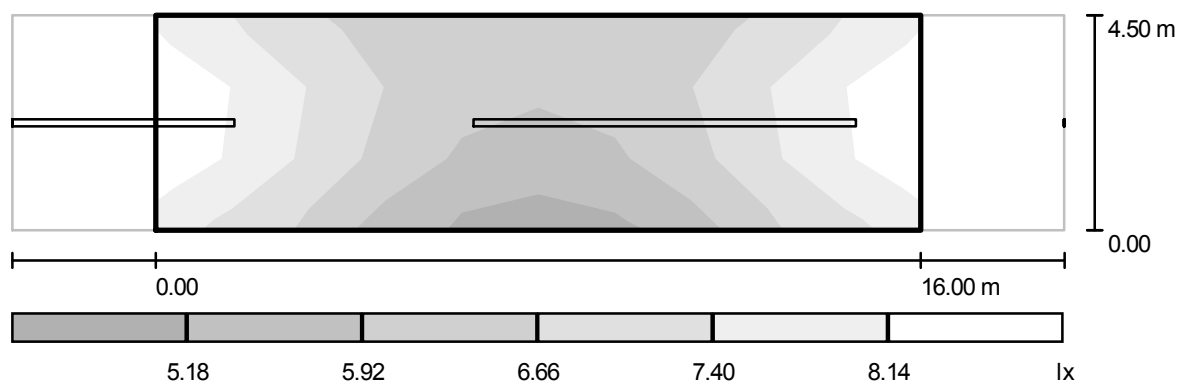
E_{max} [lx]
8.87

E_{min} / E_m
0.750

E_{min} / E_{max}
0.583

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

c/ del Castell / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 158

Trama: 10 x 3 Puntos

E_m [lx]
6.90

E_{min} [lx]
5.18

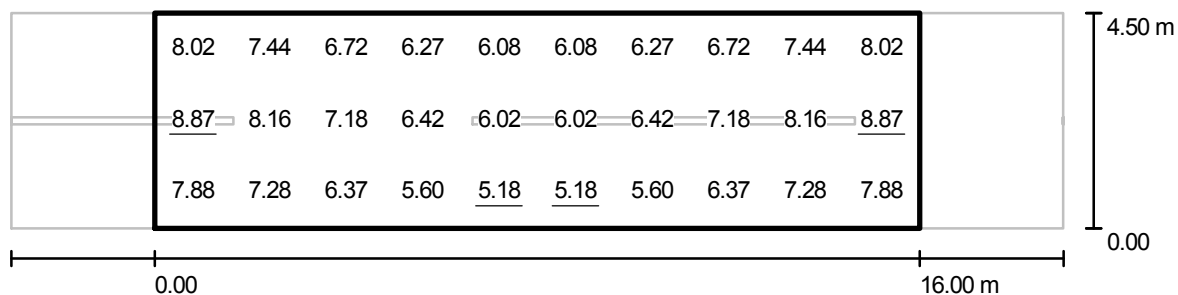
E_{max} [lx]
8.87

E_{min} / E_m
0.750

E_{min} / E_{max}
0.583

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

c/ del Castell / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Gráfico de valores (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 158

Trama: 10 x 3 Puntos

E_m [lx]
6.90

E_{min} [lx]
5.18

E_{max} [lx]
8.87

E_{min} / E_m
0.750

E_{min} / E_{max}
0.583

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

c/ del Castell / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Tabla (E)



3.750	8.02	7.44	6.72	6.27	6.08	6.08	6.27	6.72	7.44	8.02
2.250	<u>8.87</u>	8.16	7.18	6.42	6.02	6.02	6.42	7.18	8.16	<u>8.87</u>
0.750	7.88	7.28	6.37	5.60	<u>5.18</u>	<u>5.18</u>	5.60	6.37	7.28	7.88
m	0.800	2.400	4.000	5.600	7.200	8.800	10.400	12.000	13.600	15.200

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 10 x 3 Puntos

E_m [lx]
6.90

E_{min} [lx]
5.18

E_{max} [lx]
8.87

E_{min} / E_m
0.750

E_{min} / E_{max}
0.583

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

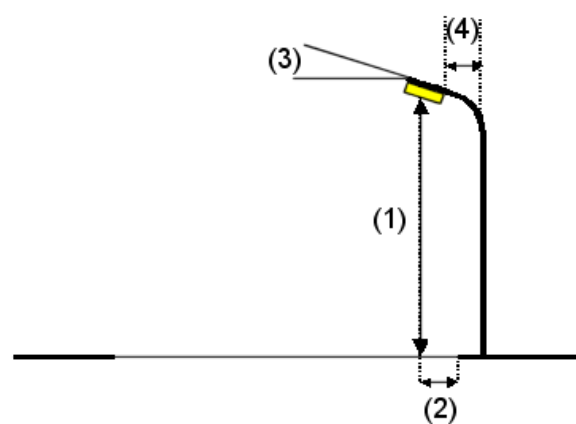
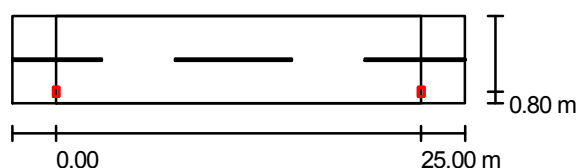
c/ del Portal / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Calzada 1 (Anchura: 6.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R2, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.80

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	Philips CitySoul LED BGP430 32xECO-1S/830. DW
Flujo luminoso de las luminarias:	4736 lm
Potencia de las luminarias:	58.0 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	25.000 m
Altura de montaje (1):	7.000 m
Altura del punto de luz:	7.171 m
Saliente sobre la calzada (2):	0.800 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	2.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica
con 70°: 494 cd/klm
con 80°: 66 cd/klm
con 90°: 0.46 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°. La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G4.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

c/ del Portal / Lista de luminarias

Philips CitySoul LED BGP430 32xECO-1S/830.

DW

Nº de artículo:

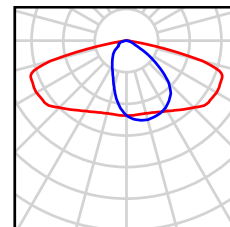
Flujo luminoso de las luminarias: 4736 lm

Potencia de las luminarias: 58.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

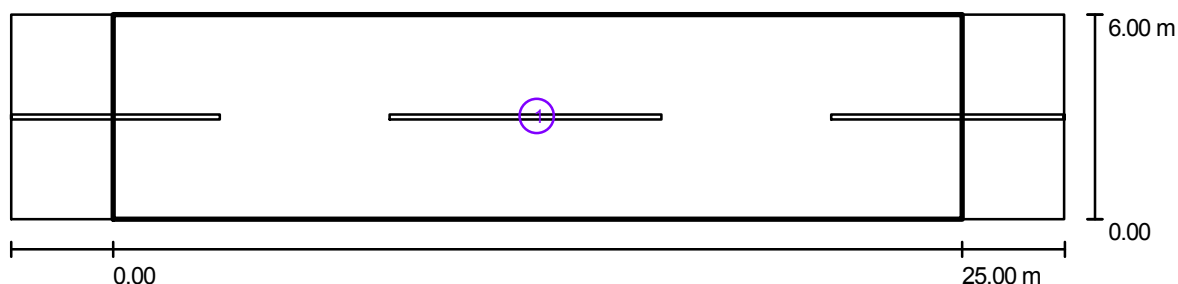
Código CIE Flux: 39 74 97 100 84

Armamento: 32 x ECO-1S/830. (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

c/ del Portal / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.80

Escala 1:222

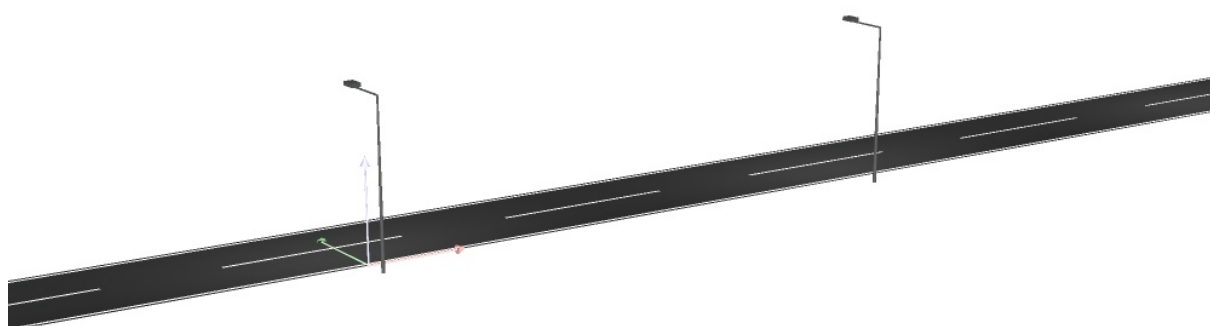
Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Calzada 1
 Longitud: 25.000 m, Anchura: 6.000 m
 Trama: 10 x 4 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.
 Clase de iluminación seleccionada: S3 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	E_{min} [lx]
Valores reales según cálculo:	10.7	6.2
Valores de consigna según clase:	≥ 7.5	≥ 1.5
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

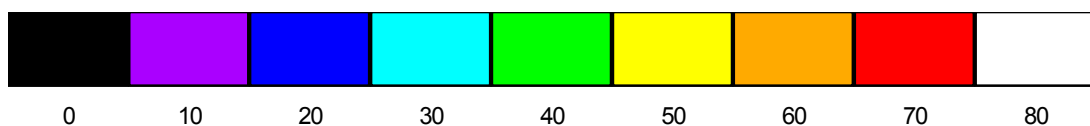
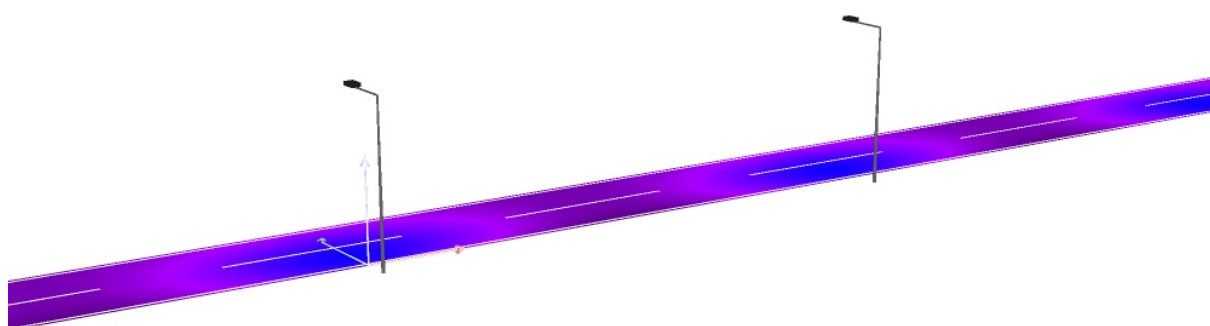
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

c/ del Portal / Rendering (procesado) en 3D

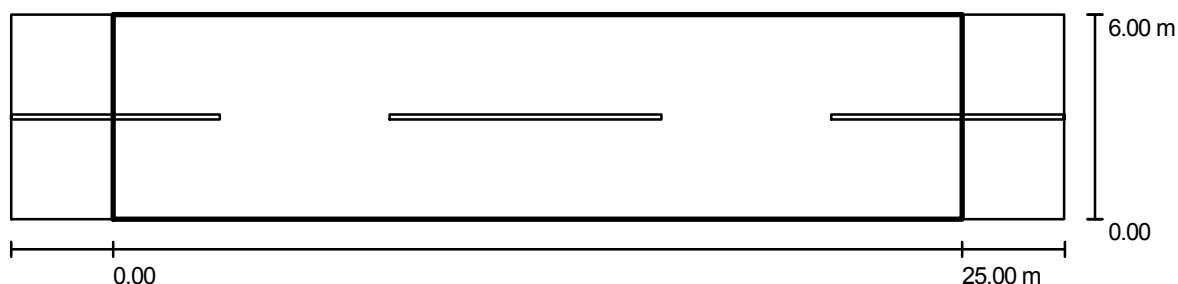


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

c/ del Portal / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

c/ del Portal / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Sumario de los resultados

Factor mantenimiento: 0.80

Escala 1:222

Trama: 10 x 4 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Clase de iluminación seleccionada: S3

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

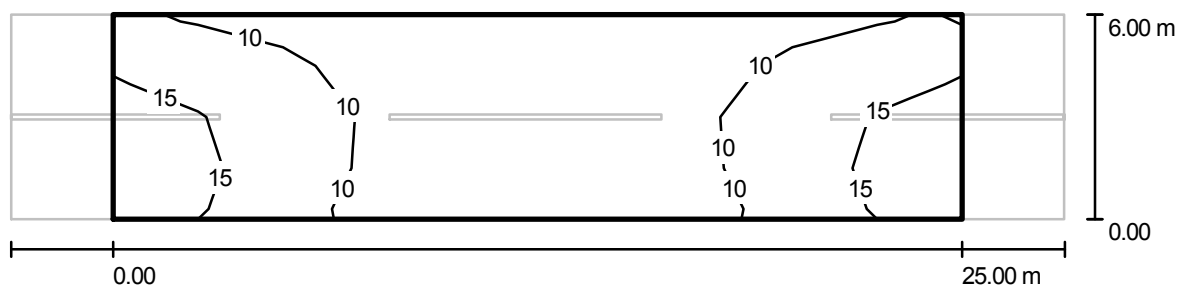
Valores de consigna según clase:

Cumplido/No cumplido:

E_m [lx]	E_{min} [lx]
10.7	6.2
≥ 7.5	≥ 1.5
✓	✓

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

c/ del Portal / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 222

Trama: 10 x 4 Puntos

E_m [lx]
11

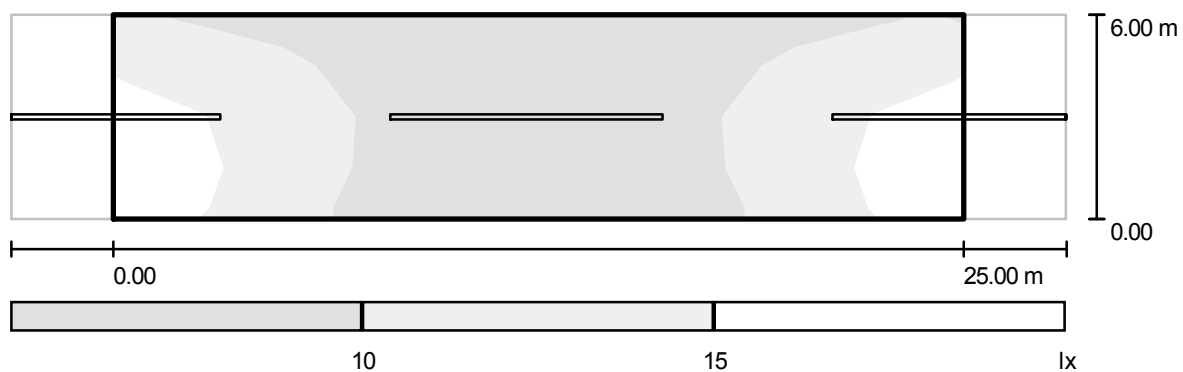
E_{min} [lx]
6.17

E_{max} [lx]
18

E_{min} / E_m
0.575

E_{min} / E_{max}
0.343

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

c/ del Portal / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Gama de grises (E)

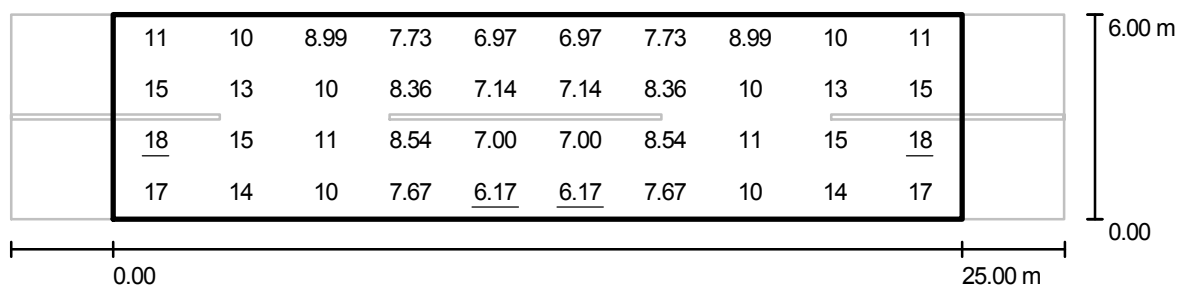
Escala 1 : 222

Trama: 10 x 4 Puntos

 E_m [lx]
11 E_{min} [lx]
6.17 E_{max} [lx]
18 E_{min} / E_m
0.575 E_{min} / E_{max}
0.343

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

c/ del Portal / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Gráfico de valores (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 222

Trama: 10 x 4 Puntos

E_m [lx]
11

E_{min} [lx]
6.17

E_{max} [lx]
18

E_{min} / E_m
0.575

E_{min} / E_{max}
0.343

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

c/ del Portal / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Tabla (E)



5.250	11	10	8.99	7.73	6.97	6.97	7.73	8.99	10	11
3.750	15	13	10	8.36	7.14	7.14	8.36	10	13	15
2.250	<u>18</u>	15	11	8.54	7.00	7.00	8.54	11	15	<u>18</u>
0.750	17	14	10	7.67	<u>6.17</u>	<u>6.17</u>	7.67	10	14	17
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 10 x 4 Puntos

E_m [lx]
11

E_{min} [lx]
6.17

E_{max} [lx]
18

E_{min} / E_m
0.575

E_{min} / E_{max}
0.343

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

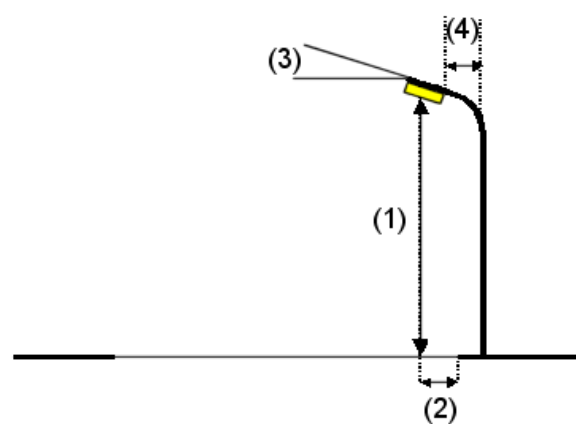
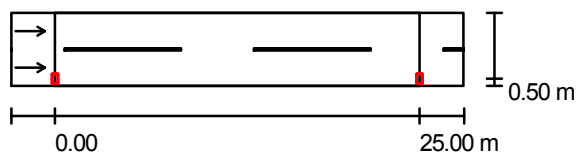
c/ Onze de Setembre / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Calzada 1 (Anchura: 5.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R2, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.80

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	Philips CitySoul LED BGP430 32xECO-1S/830. DW	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso de las luminarias:	4736 lm	con 70°: 494 cd/klm
Potencia de las luminarias:	58.0 W	con 80°: 66 cd/klm
Organización:	unilateral abajo	con 90°: 0.46 cd/klm
Distancia entre mástiles:	25.000 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Altura de montaje (1):	8.500 m	Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.
Altura del punto de luz:	8.671 m	La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G4.
Saliente sobre la calzada (2):	0.500 m	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.
Inclinación del brazo (3):	0.0 °	
Longitud del brazo (4):	2.000 m	

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

c/ Onze de Setembro / Lista de luminarias

Philips CitySoul LED BGP430 32xECO-1S/830.

DW

Nº de artículo:

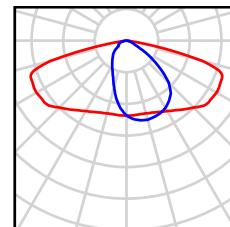
Flujo luminoso de las luminarias: 4736 lm

Potencia de las luminarias: 58.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

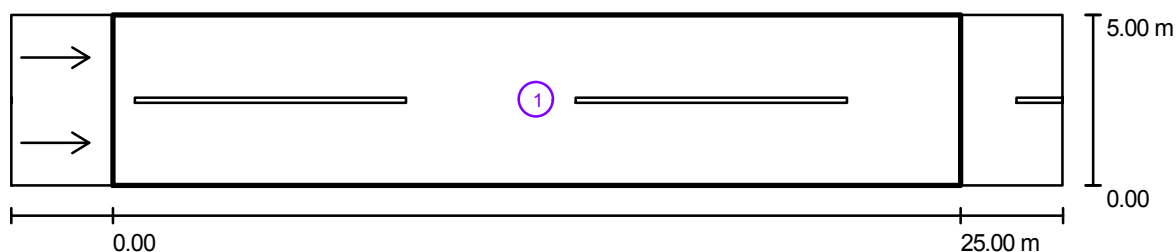
Código CIE Flux: 39 74 97 100 84

Armamento: 32 x ECO-1S/830. (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

c/ Onze de Setembre / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.80

Escala 1:222

Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Calzada 1
Longitud: 25.000 m, Anchura: 5.000 m
Trama: 10 x 6 Puntos
Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.
Revestimiento de la calzada: R2, q0: 0.070
Clase de iluminación seleccionada: ME5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.7	0.72	0.8	6	0.7
Valores de consigna según clase:	≥ 0.5	≥ 0.35	≥ 0.4	≤ 15	≥ 0.5
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

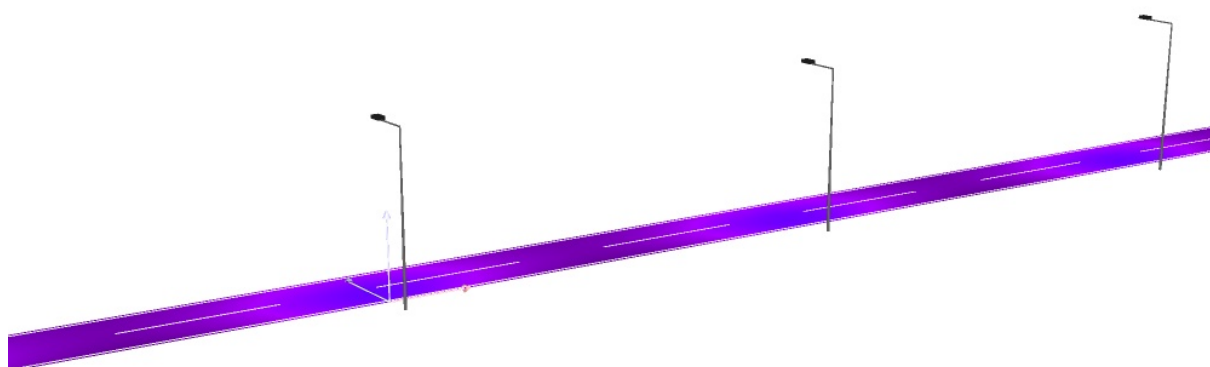
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

c/ Onze de Setembro / Rendering (procesado) en 3D



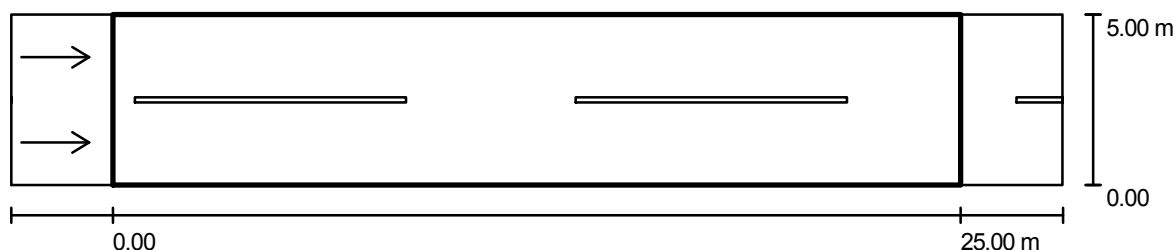
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

c/ Onze de Setembre / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

c/ Onze de Setembro / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Sumario de los resultados



Factor mantenimiento: 0.80

Escala 1:222

Trama: 10 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R2, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

Valores de consigna según clase:

Cumplido/No cumplido:

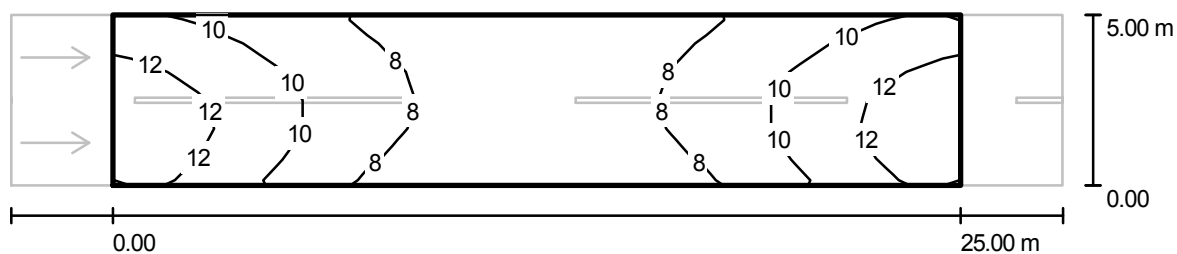
L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
0.7	0.72	0.8	6	0.7
≥ 0.5	≥ 0.35	≥ 0.4	≤ 15	≥ 0.5
✓	✓	✓	✓	✓

Observador respectivo (2 Pieza):

Nº	Observador	Posición [m]	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
1	Observador 1	(-60.000, 1.250, 1.500)	0.7	0.72	0.8	6
2	Observador 2	(-60.000, 3.750, 1.500)	0.7	0.72	0.9	6

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

c/ Onze de Setembre / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 222

Trama: 10 x 6 Puntos

E_m [lx]
9.35

E_{min} [lx]
6.37

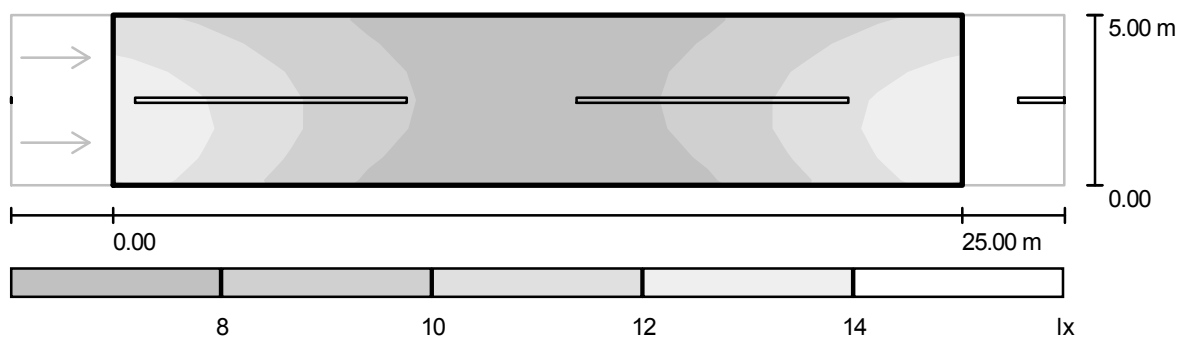
E_{max} [lx]
13

E_{min} / E_m
0.681

E_{min} / E_{max}
0.480

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

c/ Onze de Setembre / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 222

Trama: 10 x 6 Puntos

E_m [lx]
9.35

E_{min} [lx]
6.37

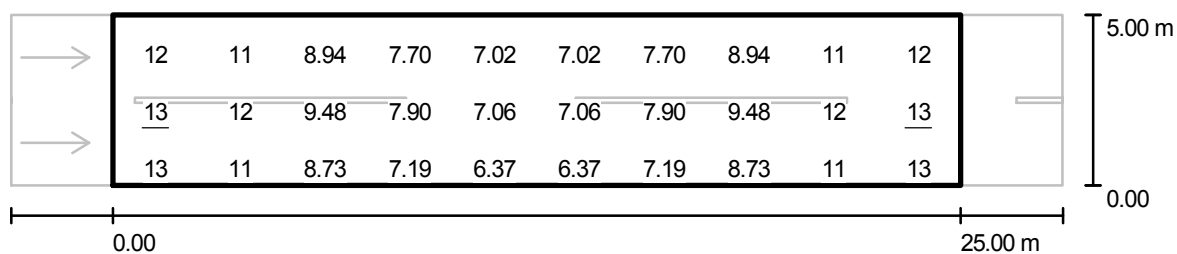
E_{max} [lx]
13

E_{min} / E_m
0.681

E_{min} / E_{max}
0.480

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

c/ Onze de Setembre / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Gráfico de valores (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 222

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Trama: 10 x 6 Puntos

E_m [lx]
9.35

E_{min} [lx]
6.37

E_{max} [lx]
13

E_{min} / E_m
0.681

E_{min} / E_{max}
0.480

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

c/ Onze de Setembre / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Tabla (E)



4.583	11	9.75	8.41	7.42	6.82	6.82	7.42	8.41	9.75	11
3.750	12	11	8.94	7.70	7.02	7.02	7.70	8.94	11	12
2.917	<u>13</u>	11	9.35	7.90	7.12	7.12	7.90	9.35	11	<u>13</u>
2.083	<u>13</u>	12	9.48	7.90	7.06	7.06	7.90	9.48	12	<u>13</u>
1.250	<u>13</u>	11	9.27	7.67	6.80	6.80	7.67	9.27	11	<u>13</u>
0.417	<u>13</u>	11	8.73	7.19	<u>6.37</u>	<u>6.37</u>	7.19	8.73	11	<u>13</u>
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 10 x 6 Puntos

E_m [lx]
9.35

E_{min} [lx]
6.37

E_{max} [lx]
13

E_{min} / E_m
0.681

E_{min} / E_{max}
0.480

ANNEX D: PRESA DE DADES. FITXES DE CAMP

ÍNDEX ANNEX D

ANNEX D: FITXES DE LES MESURES REALITZADES

D.1.- MESURES ELÈCTRIQUES	265
• Fitxa nº1: Quadre general de comandament i control Q1	266
D.2.- MESURES D'IL·LUMINACIÓ	268
• Fitxa nº1: Carrer del Castell	269
• Fitxa nº2: Carrer del Portal	271
• Fitxa nº3: Carrer Major	273
• Fitxa nº4: Carrer Onze de Setembre	275

D.1.- MESURES ELÈCTRIQUES

FITXA nº1: QUADRE ELÈCTRIC DE COMANDAMENT I CONTROL (Q1)

QUADRE GENERAL (Q1)

Localitat:	Torrebesses
Província:	Lleida
Direcció:	c/ de la Cooperativa
Nom del quadre:	Q1
Dimensions del quadre (amplada x alçada x gruix):	100m x 127m x 30m

Taula D.1. Dades quadre general Q1

INTENSITAT:

- **SENSE REDUCCIÓ DE FLUX:**

	INTENSITAT (A)			
	F _R	F _S	F _T	Neutre
L1	9,6	3,7	8,9	4,3
L2	2,7	5,7	5	2,9
L3	5,8	3,6	3,9	3,8
L4	5,2	5,2	4,4	2,8
L5	2,9	2,7	4,5	2,8
L6	7,5	8,6	7,1	4,5

Taula D.2. Mesures d'intensitat sense reducció de flux.

- **AMB REDUCCIÓ DE FLUX:**

	INTENSITAT (A)			
	F _R	F _S	F _T	Neutre
L1	6,5	2,5	5,7	2,5
L2	1,7	5,4	5,4	2,7
L3	4,3	4,1	3	3,3
L4	3	3,2	2,5	1,7
L5	1,7	1,7	3	2,1
L6	5,2	6,9	5,3	3,5

Taula D.3. Mesures d'intensitat amb reducció de flux.

VOLTATGE

- **SENSE REDUCCIÓ DE FLUX:**

	Voltatge (V)		
	F _R	F _S	F _T
L1	228	227	227
L2	229	228	228
L3	227	228	228
L4	227	229	228
L5	227	228	229
L6	228	228	229

Taula D.4. Mesures de voltatge sense reducció de flux.

- **AMB REDUCCIÓ DE FLUX:**

	Voltatge (V)		
	F _R	F _S	F _T
L1	230	230	230
L2	230	230	230
L3	230	229	230
L4	229	230	229
L5	229	230	230
L6	230	230	230

Taula D.5. Mesures de voltatge amb reducció de flux.

D.2.- MESURES D'IL·LUMINACIÓ

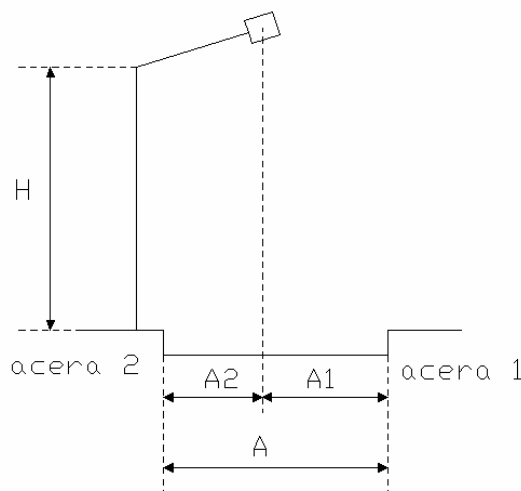
FITXA nº1: CARRER DEL CASTELL

• DADES GENERALS:

Localitat:	Torrebeßes
Província:	Lleida
Direcció	c/ del Castell
Nom del quadre general de procedència:	Q1
Tipus de via:	D3-D4
Classe d'enllumenat:	S3/S4

Taula D.6. Informació general del c/ del Castell.

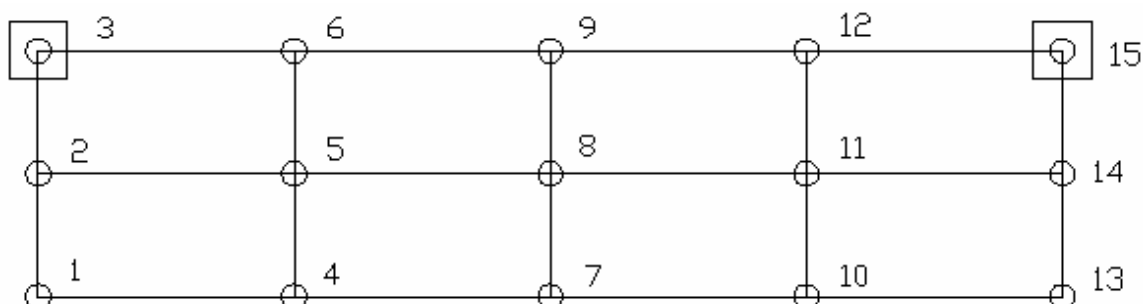
• DADES LLUMINÀRIES:



Nº punts de llum:		4
Tipus de suports:		Bàcul sobre paret de façana
Potencia de les làmpades(W):		100
Disposició lluminàries:		Unilateral
Superfície il·luminada (m²):		72
Separació entre lluminàries (m):		16
Altura de muntatge H (m):		7,30
Amplada:	Calçada A (m):	4,5
	Calçada A1 (m):	3,6
	Calçada A2 (m):	0,90
	Acera 1 (m):	0,60
	Acera 2 (m):	0.60

Taula D.7. Dades generals d'il·luminació del c/ del Castell.

- DADES IL·LUMINACIÓ**



Mesures d'il·luminació realitzades en el punt de llum número XXXX (veure en el plànol XXX).

PUNTS	IL·LUMINACIÓ (lux)	
	<i>Sense reducció de flux</i>	<i>Amb reducció de flux</i>
1	26,3	12,9
2	38,8	24,2
3	30,5	19,6
4	22,7	10,6
5	32,1	18,4
6	24,8	15,1
7	19,4	8,9
8	24,4	13,6
9	17,8	11,4
10	27,1	12,9
11	26	14,6
12	16,1	9,8
13	34,1	13,7
14	33,8	16
15	22,3	9

Taula D.8. Mesures d'il·luminació del c/ del Castell.

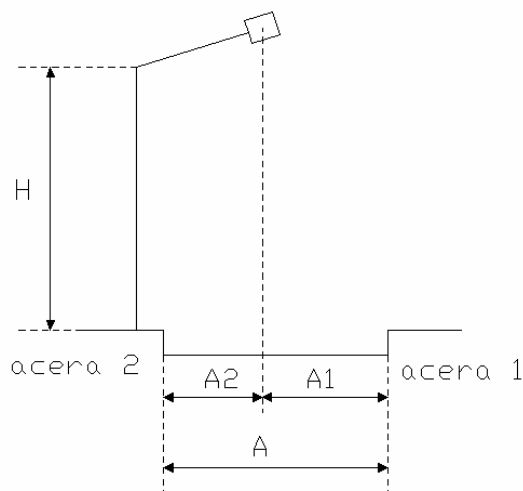
FITXA nº2: CARRER DEL PORTAL

• DADES GENERALS:

Localitat:	Torrebeßes
Província:	Lleida
Direcció	c/ del Portal
Nom del quadre general de procedència:	Q1
Tipus de via:	D3-D4
Classe d'enllumenat:	S3/S4

Taula D.9. Informació general del c/ del Portal.

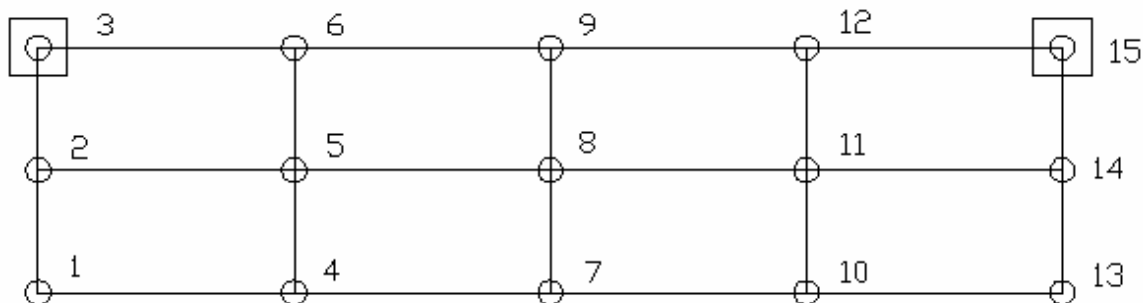
• DADES LLUMINÀRIES:



Nº punts de llum:		9
Tipus de suports:		Bàcul sobre columna i bàcul sobre paret de façana
Potencia de les làmpades(W):		150
Disposició lluminàries:		Unilateral
Superfície il·luminada (m²):		150
Separació entre lluminàries (m):		25
Altura de muntatge H (m):		7
Amplada:	Calçada A (m):	6
	Calçada A1 (m):	5
	Calçada A2 (m):	1
	Acera 1 (m):	1
	Acera 2 (m):	1

Taula D.10. Dades generals d'il·luminació del c/ del Portal.

• **DADES IL·LUMINACIÓ**



Mesures d'il·luminació realitzades en el punt de llum número XXXX (veure en el plànol XXX).

PUNTS	IL·LUMINACIÓ (lux)	
	Sense reducció de flux	Amb reducció de flux
1	33,5	22,4
2	60,2	36,9
3	66,9	39,1
4	16,8	12,1
5	27,1	18,5
6	20,2	16
7	30,3	16,9
8	31,1	17,5
9	14,1	9,5
10	28,5	15,6
11	36,1	19,7
12	24,2	13,3
13	32	18
14	53,8	27,6
15	45	22,1

Taula D.11. Mesures d'il·luminació del c/ del Portal.

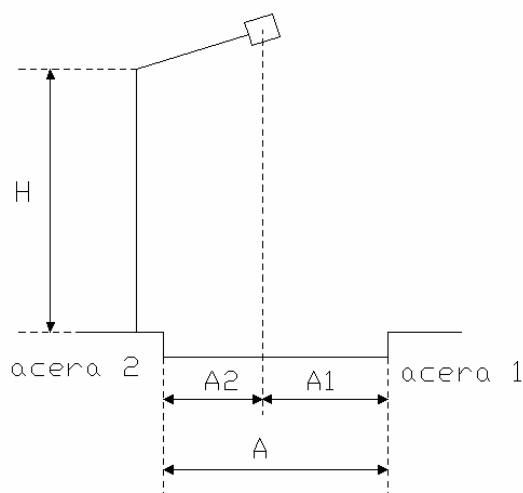
FITXA nº3: CARRER MAJOR

• DADES GENERALS:

Localitat:	Torrebeßes
Província:	Lleida
Direcció	c/ Major
Nom del quadre general de procedència:	Q1
Tipus de via:	D3-D4
Classe d'enllumenat:	S3/S4

Taula D.12. Informació general del c/ Major.

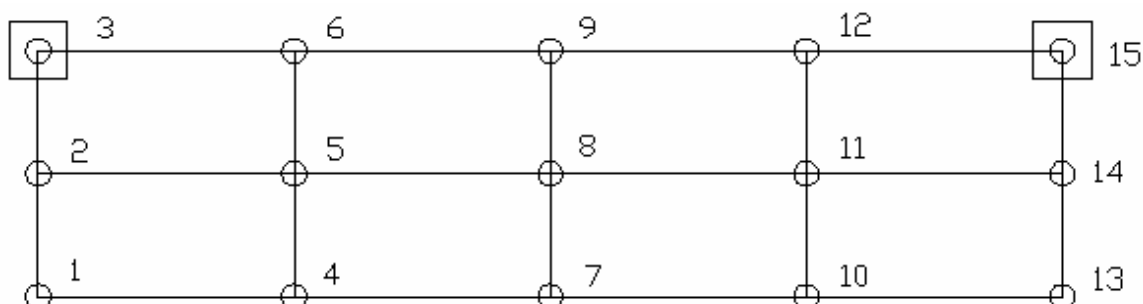
• DADES LLUMINÀRIES:



Nº punts de llum:		10
Tipus de suports:		Bàcul sobre paret de façana
Potencia de les làmpades(W):		150
Disposició lluminàries:		Unilateral
Superfície il·luminada (m²):		162,5
Separació entre lluminàries (m):		25
Altura de muntatge H (m):		7
Amplada:	Calçada A (m):	6,5
	Calçada A1 (m):	5,25
	Calçada A2 (m):	1,25
	Acera 1 (m):	0,75
	Acera 2 (m):	0.75

Taula D.13. Dades generals d'il·luminació del c/ Major..

• **DADES IL·LUMINACIÓ:**



Mesures d'il·luminació realitzades en el punt de llum número XXXX (veure en el plànol XXX).

PUNTS	IL·LUMINACIÓ (lux)	
	<i>Sense reducció de flux</i>	<i>Amb reducció de flux</i>
1	33,1	13,2
2	53,2	21,8
3	43,3	18,1
4	30,3	12,4
5	34,2	12,1
6	27,9	12,7
7	21,7	9
8	24,8	10,8
9	18,3	8,1
10	19,3	7,9
11	28,9	10,3
12	21,3	7,4
13	32,1	13,6
14	52,1	21,4
15	35,8	17

Taula D.14. Mesures d'il·luminació del c/ Major.

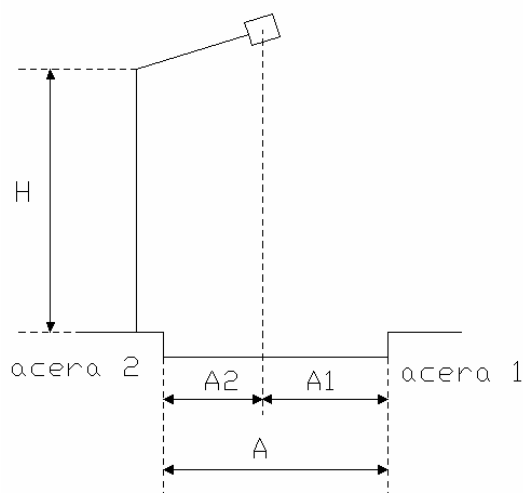
FITXA nº4: CARRER ONZE DE SETEMBRE

- DADES GENERALS:**

Localitat:	Torrebesses
Província:	Lleida
Direcció	c/ Onze de Setembre
Nom del quadre general de procedència:	Q1
Tipus de via:	B2
Classe d'enllumenat:	ME4b / ME5

Taula D.15. Informació general del c/ Onze de Setembre

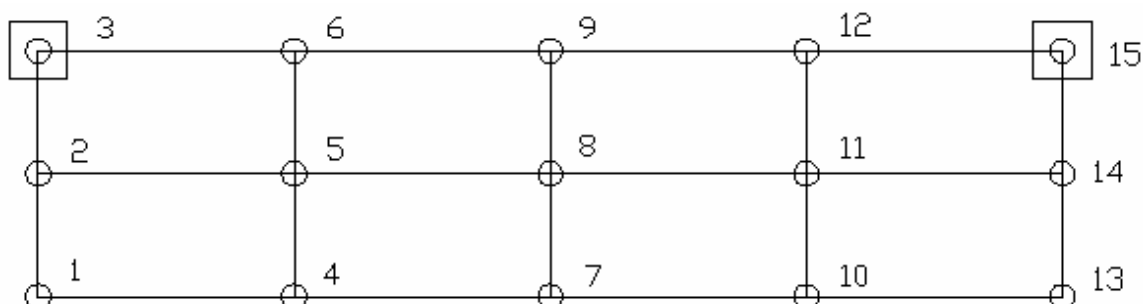
- DADES LLUMINÀRIES:**



Nº punts de llum:		28
Tipus de suports:		Bàcul sobre columna
Potència de les làmpades(W):		150
Disposició lluminàries:		Unilateral
Superfície il·luminada (m²):		125
Separació entre lluminàries (m):		25
Altura de muntatge H (m):		8,5
Amplada:	Calçada A (m):	5
	Calçada A1 (m):	4,40
	Calçada A2 (m):	0,60
	Acera 1 (m):	1,5
	Acera 2 (m):	1,5

Taula D.16. Dades generals d'il·luminació del c/Onze de Setembre.

- **DADES IL·LUMINACIÓ**



Mesura 1: Mesures d'il·luminació realitzades en el punt de llum número XXXX (veure en el plànol XXX).

PUNTS	IL·LUMINACIÓ (lux)	
	Sense reducció de flux	Amb reducció de flux
1	42,7	19,1
2	52,5	22,5
3	35,6	15,4
4	22,9	10,1
5	25,1	11,7
6	20,3	9,6
7	21,2	11,5
8	23	11,7
9	14,6	8
10	24	13,4
11	25,4	13,5
12	17,6	10,2
13	31,9	21,9
14	46,1	31,7
15	35,6	23,9

Taula D.17. Mesures d'il·luminació 1 del c/ Onze de Setembre.

Mesura 2: Mesures d'il·luminació realitzades en el punt de llum número XXXX (veure en el plànol XXX).

PUNTS	IL·LUMINACIÓ (lux)	
	Sense reducció de flux	Amb reducció de flux
1	36,8	19
2	54	29,5
3	31,9	18,8
4	24,6	13,1
5	26,6	15,5
6	21,8	12,1
7	28,8	17,3
8	32,5	18,5
9	23,1	12,8
10	25	14,4
11	25,6	15,1
12	20	11,4
13	35,9	22,4
14	49,9	28,7
15	40,4	24,7

Taula D.18. Mesures d'il·luminació 2 del c/ Onze de Setembre.

ANNEX E: CATÀLEGS

ÍNDEX ANNEX E

ANNEX E: CATÀLEGS

E.1.- CARANDINI	281
E.1.1.- STR-154	282
E.1.1.1.- STR-154/CC	286
E.1.1.2.- STR-154/GC	289
E.1.2.- SILVERMON SM-500/RT	292
E.1.3.- CLAMOD CLM	298
E.1.3.1.- CLM-V/CC	304
E.1.3.2.- CLM-S/CC	306
E.1.4.- CLAMOD LED	308
E.1.4.1.- CLM-V/GC – 30LED	310
E.1.4.2.- CLM-S/GC – 30LED	312
E.2.- PHILIPS	314
E.2.1.- CITY SOUL LED	315
E.2.2.- SNF 100 / SNF 300	321
E.2.3. iW Blast Powercore	323

E.1.- CARANDINI

E.1.1.- STR-154



STR-154

Calles, avenidas, travesías urbanas.
Polígonos industriales.
Accesos a poblaciones.
Carreteras, autopistas y autovías.

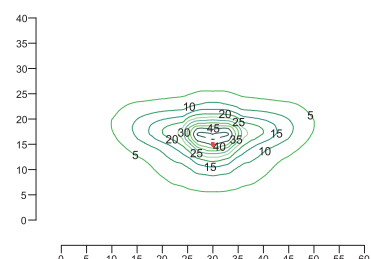
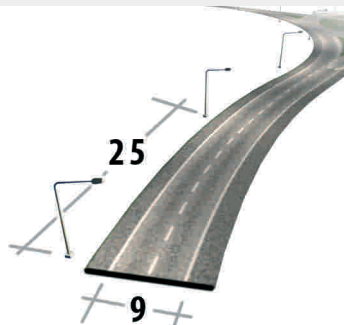
CARANDINI



STR-154

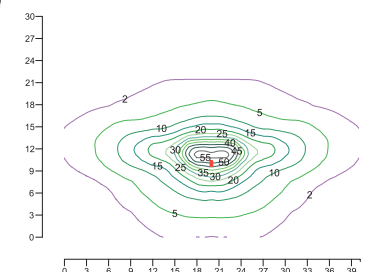
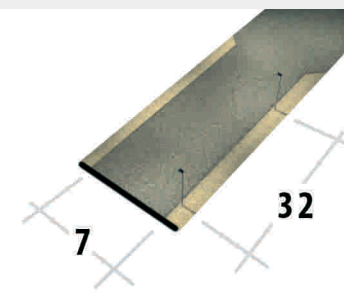
STR-154/GC

Vsap 100W h = 7m
 E med = 22 lux
 E min = 8 lux
 U med = 0.34
 TI = 10.3%
 FHSinst = 0.06%



STR-154/GC

Vsap 150W h = 9m
 Lmed = 1.5 cd/m2
 Uo = 0.51
 Ulong = 0.70
 TI = 9.55%
 FHSinst = 0.18%



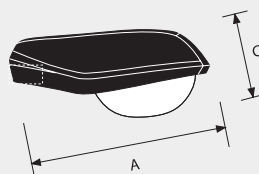
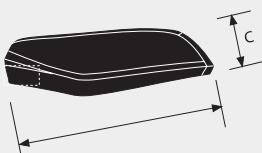
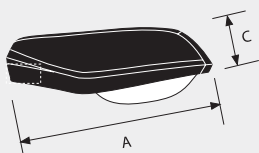
Características

Armadura:	Fundición inyectada de aluminio.
Tapa superior:	Polipropileno inyectado. Acceso a la lámpara y al equipo por la parte superior.
Reflector:	Aluminio de una sola pieza anodizado y sellado.
Cierre:	"GC" vidrio templado lenticular. "CC" vidrio plano templado. "M" cubeta de policarbonato.
Fijación:	Una sola pieza para montaje lateral (L) y vertical (V). Tipo "L" lateral se acopla a terminal de diámetro 42, 48 ó 60 x 140 mm. Tipo "V" vertical se acopla a terminal de diámetro 60 x 110 mm, orientación 0° y 8°.
Acabados:	Armadura pintada color gris RAL 7039, tapa superior color blanco. Otros colores (sólo de armadura) consultar opciones.
Clase eléctrica:	Clase I, para clase II consultar precio y código.
Estanquidad grupo óptico:	IP-66.
Cx:	STR-154/M 0,62, /CC 0,661, /GC 0,64.
Superf. viento:	STR-154/M 0,121, /CC 0,094, /GC 0,098.
F.H.S.:	STR-154/M 0,99%, /CC 0%, /GC 0,09 con lámpara Vsap 250W T a 0°.
Notas:	Bajo demanda otras potencias y lámparas. Consultar. *Lámparas con corriente distinta indicar marca y modelo.

STR-154/GC

STR-154/CC

STR-154/M



	A	B	C	Kg*
STR-154/GC	628	300	215	5,1
STR-154/CC	628	300	186	5
STR-154/M	628	300	285	4,6

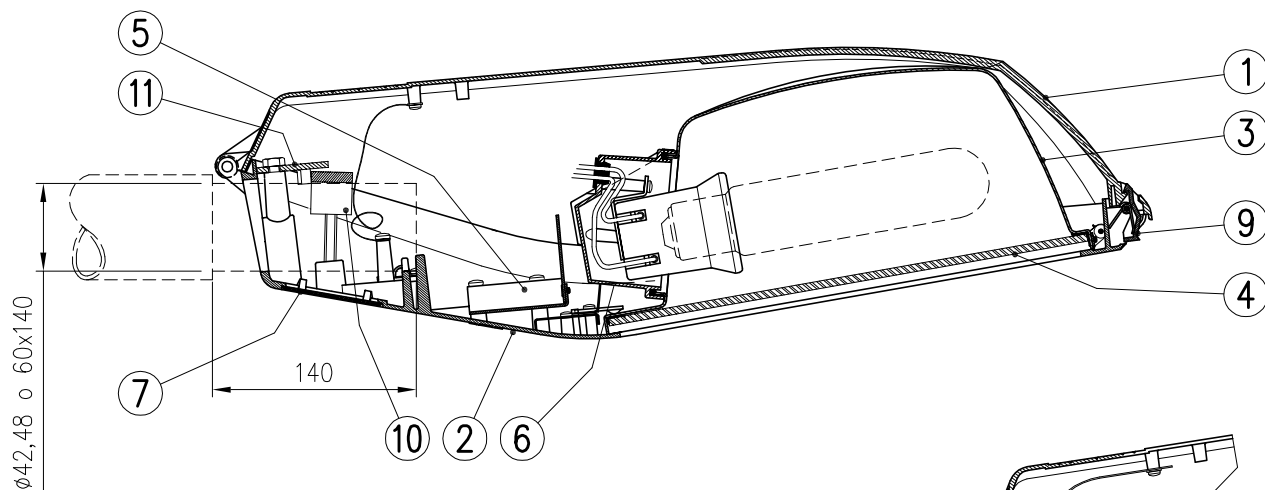
* Peso sin equipo.

Equipo (W)	STR-154/GC	STR-154/CC	STR-154/M
E27	Código	Código	Código
Vm 125	168011	162031	161031
Vm 125 2N	168021	162041	161041
Vsap 70 c/arranca. EF/T	168041	162051	161051
Vsap 70 s/arranca. EF	168051	162061	161061
Vsap 70 2N c/arranca EF/T	168061	162071	161071
Vsap 70 2N s/arranca EF	168071	162081	161081
Vmh 100 EC	168031	126511	161091
E40			
Vm 250	168081	163011	--
Vm 250 2N	168091	163021	--
Vsap 100 EF/T	168111	163031	161531
Vsap 100 2N EF/T	168121	163041	161541
Vsap 150 T	168101	163051	161551
Vsap 150 2N T	168131	163061	161561
Vsap 250 T	168141	163071	161571
Vsap 250 2N T	168151	163081	161581
Vmh 150 T	168101	163051	161551
Vmh 250 T 3A*	168141	163071	161571

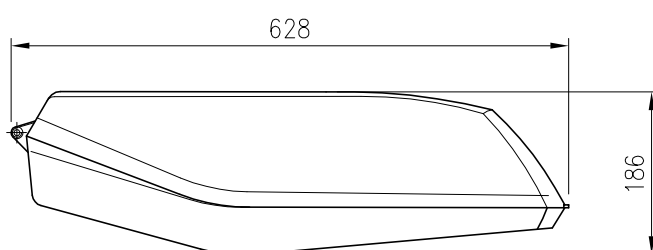
Opciones (sólo armadura)

Otros colores de pintura	Indicar RAL
Pintura gris plata RAL 9007	Indicar

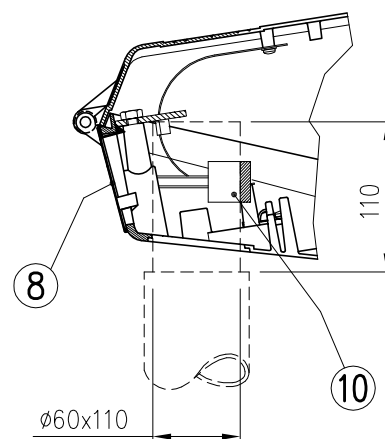
E.1.1.1.- STR-154/CC



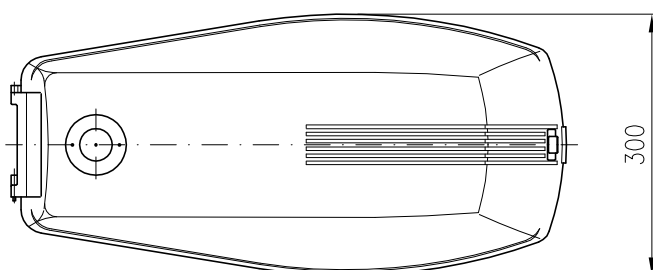
SECCION LONGITUDINAL
MONTAJE EN BRAZO o BACULO (L)



ALZADO



MONTAJE EN COLUMNA (V)



PLANTA

- (1) Arrancador incorporado en equipo
(2) Lámpara con arrancador incorporado
EC: lámpara elíptica clara
EF: lámpara elíptica fosfórica
T: lámpara tubular clara

11	TOPE MONTAJE POST-TOP	Fe, CINCADO
10	BRIDA FIJACIÓN	Fe, CINCADO
9	DISPOSITIVO CIERRE TAPA	Al, FUND. INYECTADA
8	TAPA BACULO	POLIAMIDA
7	TAPA POST-TOP	POLIAMIDA
6	CUBILETE PORTALAMPARA	Al, FUND. INYECTADA
5	PLACA EQUIPO AUXILIAR	Fe, CHAPA GALVANIZADA
4	VIDRIO DE CIERRE	TEMPLADO
3	REFLECTOR	Al, CHAPA EMBUTICION
2	ARMADURA	Al, FUND. INYECTADA
1	TAPA	POLIPROPILENO
MARCA	DENOMINACION	MATERIAL

TIPO	EQUIPO (W)
STR-154/CC E27	Vm 125
	Vm 125 2N
	Vsap 70 EF/T (1)
	Vsap 70 EF (2)
	Vsap 70 2N EF/T (1)
	Vsap 70 2N EF (2)
STR-154/CC E40	Vmh 100 EC
	Vm 250
	Vm 250 2N
	Vsap 100 EF/T
	Vsap 100 2N EF/T
	Vsap 150 T
	Vsap 150 2N T
	Vsap 250 T
	Vsap 250 2N T
	Vmh 150 T
	Vmh 250 T 3A

Dibujado:	Fecha 14-09-04	Firma FCV
Comprobado		
Vº. Bº.		

C.&G. CARANDINI, S.A.

BARCELONA

MADRID



LUMINARIA: STR-154/CC

N. 04201

Sustituye a: 03023

Sustituido por: 287

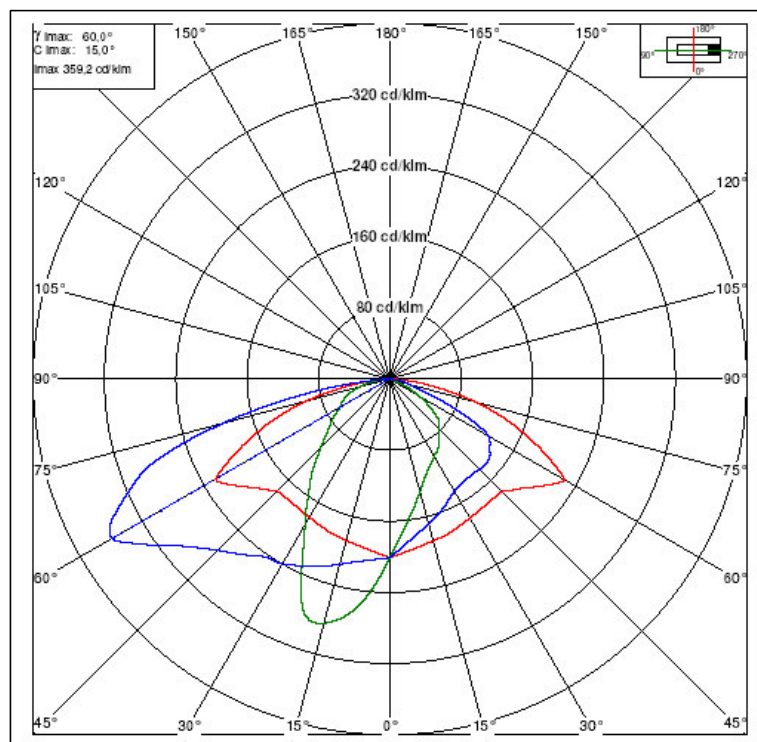
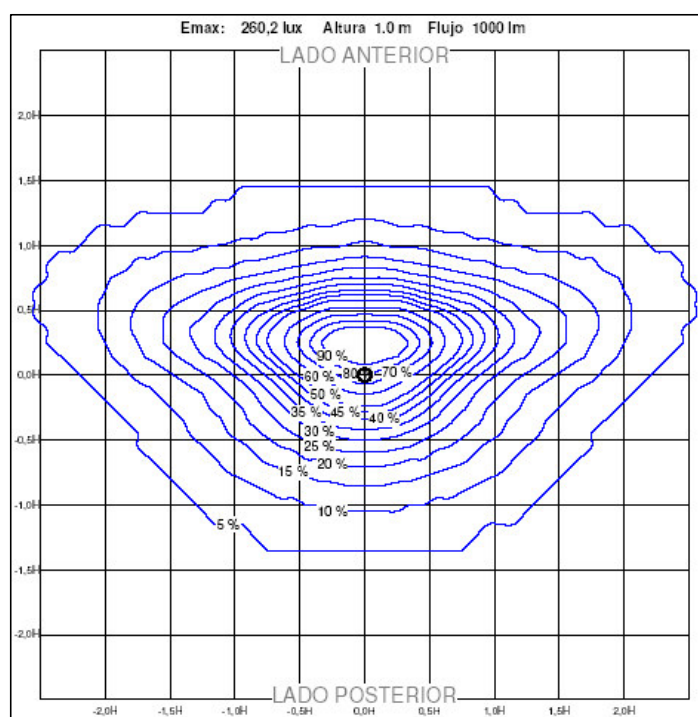



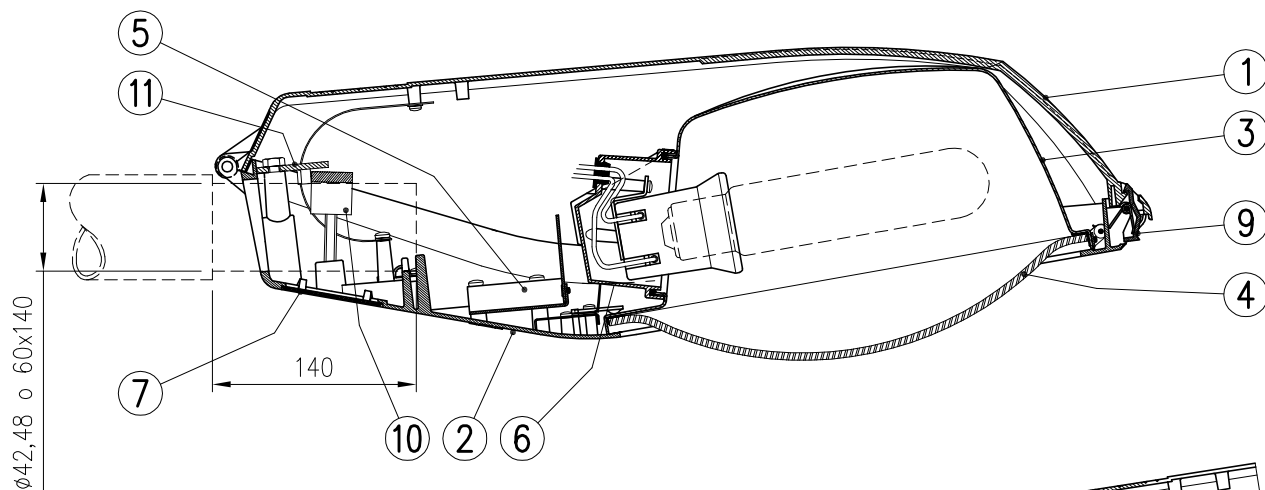
DIAGRAMA POLAR para 1000 lm



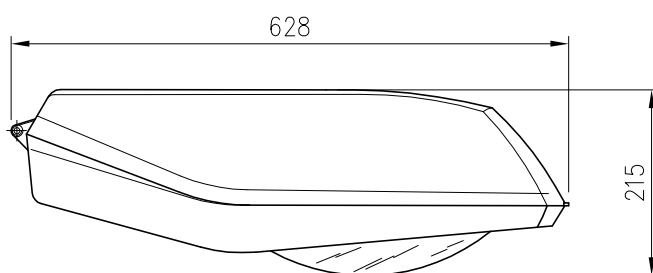
CURVA ISOLUX UNITARIA

		<div>C.&G. CARANDINI, S.A.</div> <div>BARCELONA MADRID</div>	<div></div>
Luminaria:	STR-154/CC, Vsap 150 T		
Ensayo:	4GM-6554.TAB / 159051.IES		
<div>LUMINARIA: STR-154/CC</div>			<div>Nº. STR-154-CC_Fotometría_</div> <div>Sustituye a: 288</div> <div>Sustituido por:</div>

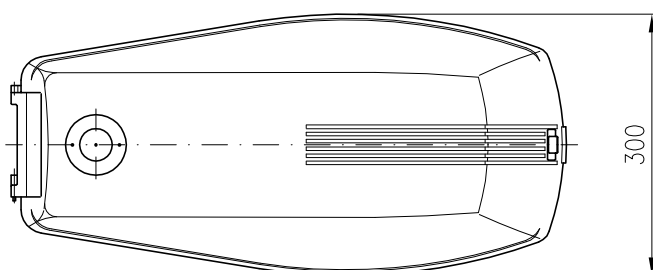
E.1.1.2.- STR-154/GC



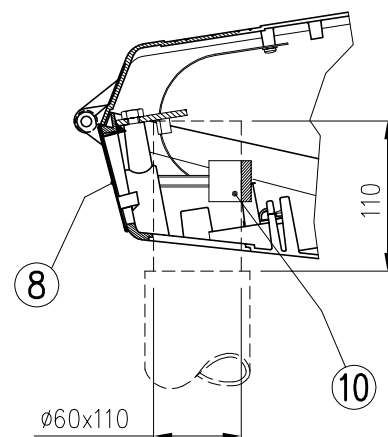
SECCION LONGITUDINAL
MONTAJE EN BRAZO o BACULO (L)



ALZADO



PLANTA



MONTAJE EN COLUMNA (V)

- (1) Arrancador incorporado en equipo
(2) Lámpara con arrancador incorporado
EC: lámpara elíptica clara
EF: lámpara elíptica fosfórica
T: lámpara tubular clara

11	TOPE MONTAJE POST-TOP	Fe, CINCADO
10	BRIDA FIJACIÓN	Fe, CINCADO
9	DISPOSITIVO CIERRE TAPA	Al, FUND. INYECTADA
8	TAPA BACULO	POLIAMIDA
7	TAPA POST-TOP	POLIAMIDA
6	CUBILETE PORTALAMPARA	Al, FUND. INYECTADA
5	PLACA EQUIPO AUXILIAR	Fe, CHAPA GALVANIZADA
4	VIDRIO LENTICULAR	TEMPLADO
3	REFLECTOR	Al, CHAPA EMBUTICION
2	ARMADURA	Al, FUND. INYECTADA
1	TAPA	POLIPROPILENO
MARCA	DENOMINACION	MATERIAL

TIPO	EQUIPO (W)
STR-154/GC E27	Vm 125
	Vm 125 2N
	Vsap 70 EF/T (1)
	Vsap 70 EF (2)
	Vsap 70 2N EF/T (1)
	Vsap 70 2N EF (2)
STR-154/GC E40	Vmh 100 EC
	Vm 250
	Vm 250 2N
	Vsap 100 EF/T
	Vsap 100 2N EF/T
	Vsap 150 T
	Vsap 150 2N T
	Vsap 250 T
	Vsap 250 2N T
	Vmh 150 T
	Vmh 250 T 3A

Dibujado:	Fecha 14-09-04	Firma FCV
Comprobado		
Vº. Bº.		

C.&G. CARANDINI, S.A.
BARCELONA MADRID



LUMINARIA: STR-154/GC

N. 04202

Sustituye a: 03024

Sustituido por: 290

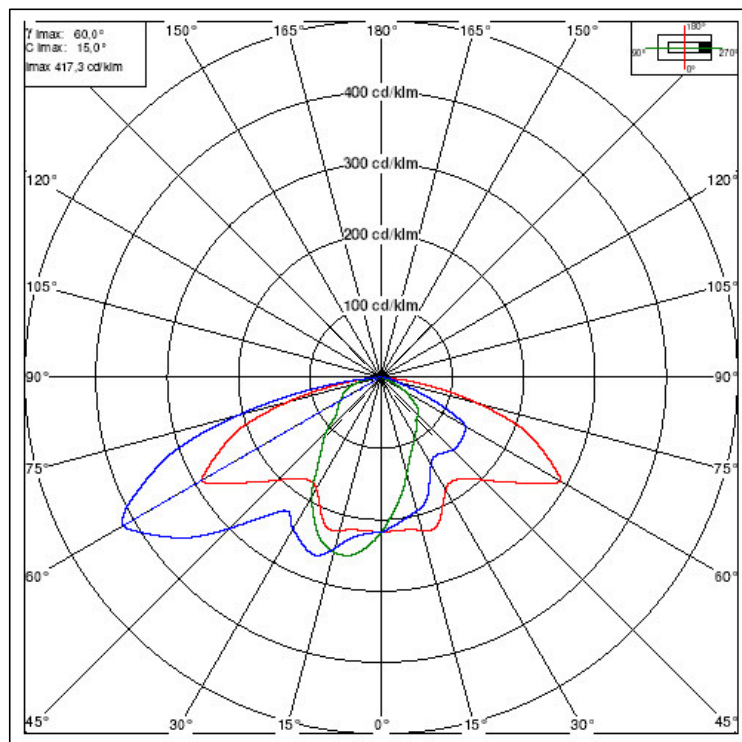
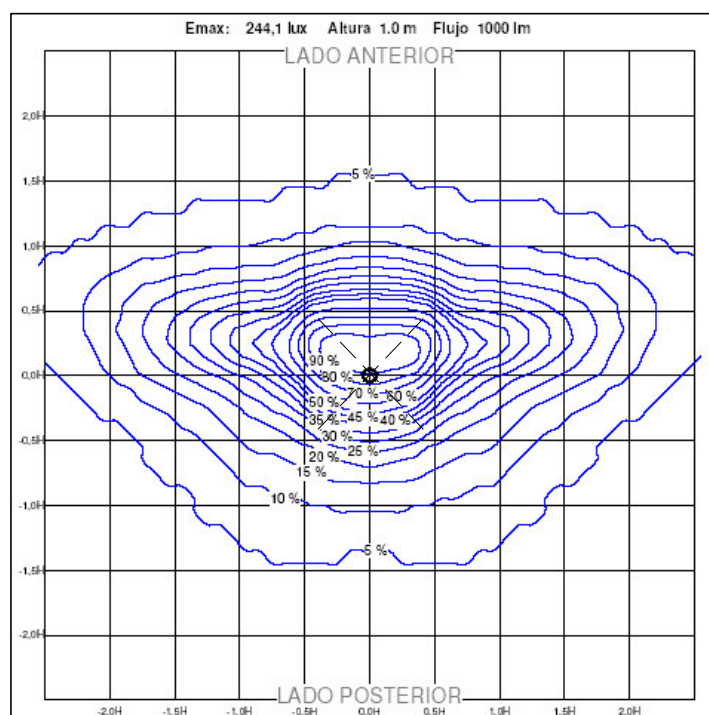


DIAGRAMA POLAR para 1000 lm



CURVA ISOLUX UNITARIA

		<div>C.&G. CARANDINI, S.A.</div> <div>BARCELONA MADRID</div>	<div></div>
Luminaria:	STR-154/GC, Vsap 150 T		
Ensayo:	4GM-6718.TAB / 166101.IES		
LUMINARIA: STR-154/GC			Nº. STR-154-GC_Fotometría_
			Sustituye a: 291
			Sustituido por:

Nº. STR-154-GC_Fotometría_

Sustituye a: 291

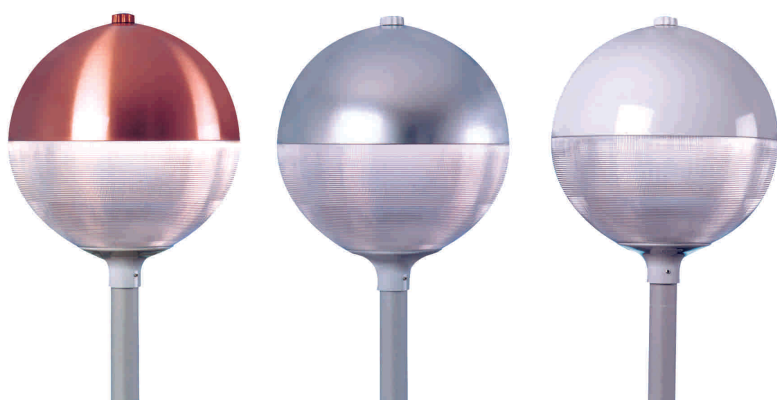
Sustituido por:

E.1.2.- Silvermon SM-500/RT



SM / Silvermoon

Paseos, plazas, zonas residenciales.
Avenidas, calles, travesías urbanas.





SM / Silvermoon

Características

Semiesfera superior:	SM-500 Policarbonato prismático. "RT" Policarbonato prismático. "CU" Chapa de cobre pulida y barnizada. "AL" Chapa de aluminio anodizada. "AP" Chapa de aluminio pintada en color gris RAL 7040.
Semiesfera inferior:	Policarbonato prismático.
Portaglobos:	Fundición inyectada de aluminio color gris RAL 7040. Otros colores versión "AP" consultar opciones.
Pomo superior:	"AL" y "AP" Aluminio pintado color gris RAL 7040. Versión "CU" Color cobre.
Reflector interior:	SM-500 No incorpora. "R" Simétrico de chapa de aluminio pintada en color blanco (Ver accesorios) "RT" Simétrico de chapa de aluminio pintada en color blanco. "CU" "AL" y "AP". Simétrico de chapa de aluminio pintada en color blanco.
Fijación:	Para terminal de diámetro 60 mm x 70 mm.
Montaje:	Vertical, terminal en la parte inferior.
Clase eléctrica:	Clase I.
Estanquidad	IP-55.
Cx:	0,42.
Superf. viento:	0,202 m2.
F.H.S.:	SM-500 36,67%. "RT" 4,56%. "R" 19,19%. "CU" "AL" y "AP" 3,72% Con lámpara Vm 250W.
Notas:	Bajo demanda otras potencias y lámparas consultar. * Lámparas con corriente distinta, indicar marca y modelo.

SM-500
VSAP 150 W -EF-

h = 4 m

Distribución:

Unilateral cada 14 m

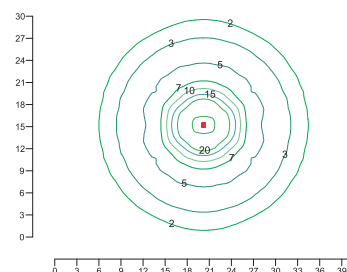
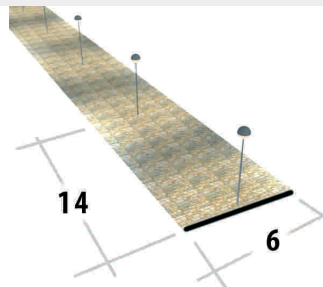
Emed. = 20 lux

Emin. = 12 lux

Emax. = 28 lux

Umed = 0.59

F.H.S. = 36,55%


SM-500-RT
VSAP 100 W -EF-

h = 4 m

Distribución:

Bilateral tresbolillo
cada 20 m

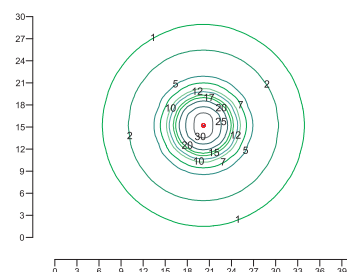
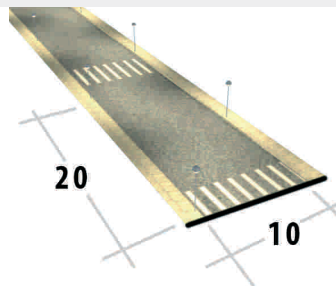
Emed. = 20 lux

Emin. = 9 lux

Emax. = 35 lux

Umed = 0.45

F.H.S. = 5,55 %


SM-500-CU/AL/AP
VSAP 150 W -EF-

h = 4 m

Distribución:

Bilateral tresbolillo
cada 25 m

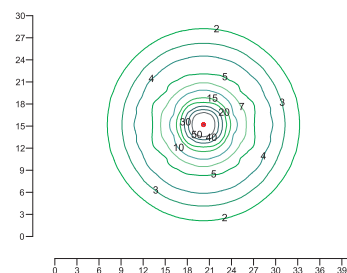
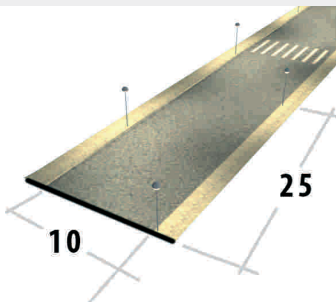
Emed. = 20 lux

Emin. = 9 lux

Emax. = 62 lux

Umed = 0.45

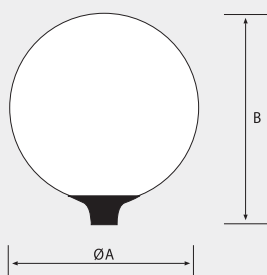
F.H.S. = 12.83%



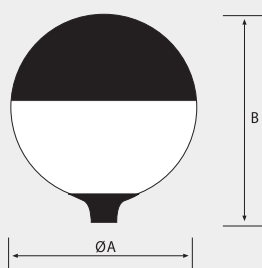


SM / Silvermoon

SM-500 / SM-500/RT



SM-500/AL / AP/CU



	ØA	B	Kg*
SM-500	500	570	5,91
SM-500/RT	500	570	6,35
SM-500/AL	500	570	5,10
SM-500/AP	500	570	5,10
SM-500/CU	500	570	7,04

* Peso sin equipo.

Equipo (W)

SM-500

SM-500/RT

E27

Código

Código

Vm 125

237011

201311

Vm 125 2N

237021

201321

Vsap 70 c/arranca. EF

237031

201331

Vsap 70 s/arranca. EF

237041

201341

Vsap 70 2N c/arranca. EF

237051

201351

Vsap 70 2N s/arranca. EF

237061

201361

Vmh 100 EF

237071

201371

Vmh 150 EF

237081

201381

E40

Vm 250

237091

201391

Vm 250 2N

237101

201401

Vsap 100 EF

237121

201421

Vsap 100 2N EF

237131

201431

Vsap 150 EF

237141

201441

Vsap 150 2N EF

237151

201451

Vsap 250 EF

237111

201411

Vsap 250 2N EF

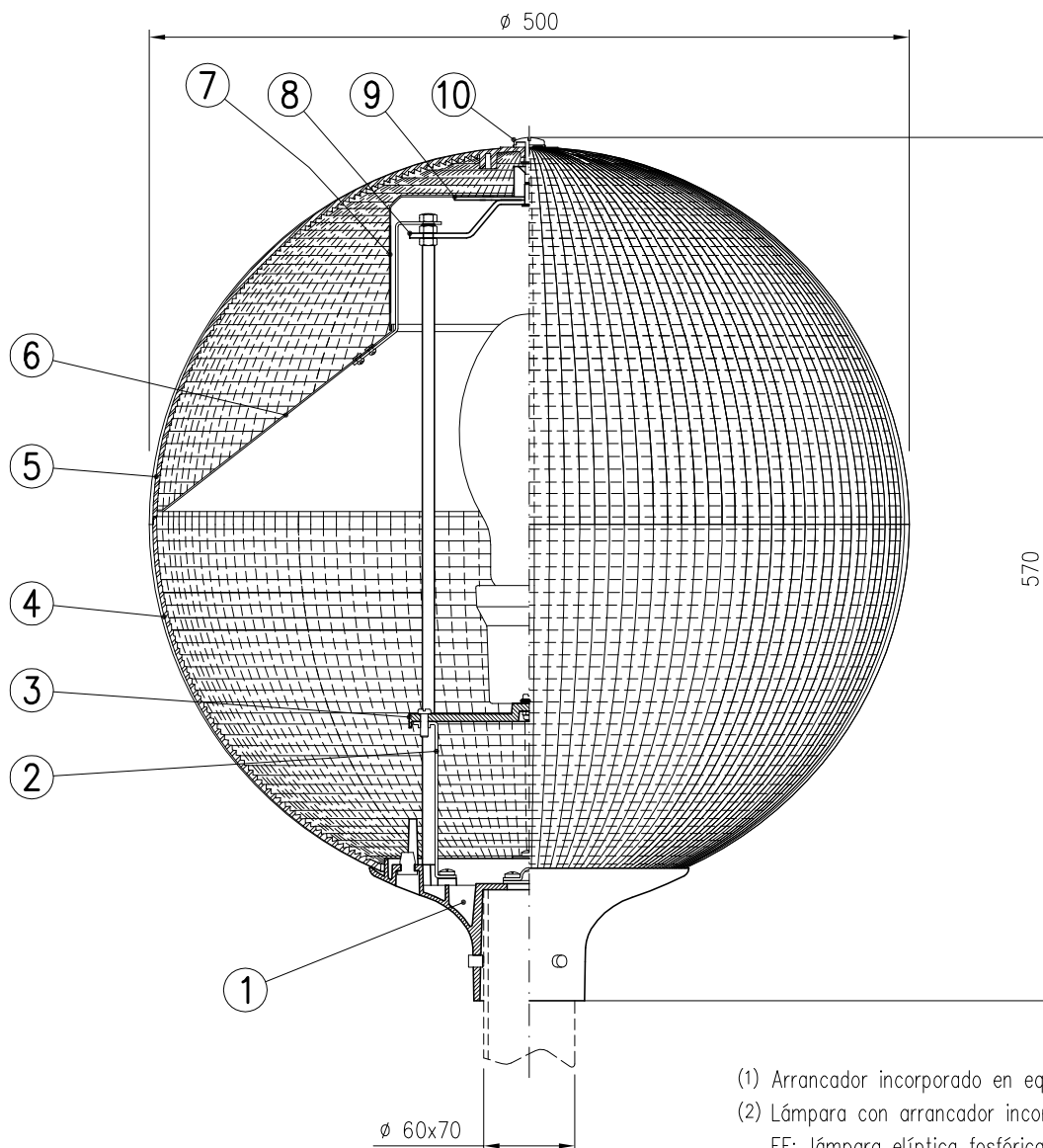
237161

201461

Vmh 250 EF 3A*

237111

201411



SEMI-SECCION LONGITUDINAL

- (1) Arrancador incorporado en equipo
 (2) Lámpara con arrancador incorporado
 EF: lámpara elíptica fosfórica

10	TORNILLO DE CIERRE	ACERO INOXIDABLE
9	FIJACION DIFUSOR	Fe, CINCADO
8	PUENTE FIJACION DIFUSORES	Fe, CINCADO
7	TAPA	Al, CHAPA PINTADA
6	REFLECTOR	Al, CHAPA PINTADA
5	DIFUSOR SUPERIOR PRISMATICO - INT.	POLICARBONATO
4	DIFUSOR INFERIOR PRISMATICO - INT.	POLICARBONATO
3	PLACA EQUIPO	POLIPROPILENO + FV
2	SOPORTE PLACA EQUIPO	Fe, GALVANIZADO
1	PORTAGLOBO	Al, FUND. INYECTADA
MARCA	DENOMINACION	MATERIAL

TIPO	EQUIPO (W)
SM-500/RT E27	Vm 125
	Vm 125 2N
	Vsap 70 EF (1)
	Vsap 70 EF (2)
	Vsap 70 2N EF (1)
	Vsap 70 2N EF (2)
	Vmh 100 EF
	Vmh 150 EF
SM-500/RT E40	Vm 250
	Vm 250 2N
	Vsap 100 EF
	Vsap 100 2N EF
	Vsap 150 EF
	Vsap 150 2N EF
	Vsap 250 EF
	Vsap 250 2N EF
	Vmh 250 EF 3A

	Fecha	Firma
Dibujado:	31-01-03	FP
Comprobado		
V.º B.º		

C.&G. CARANDINI, S.A.
 BARCELONA MADRID



LUMINARIA: SM-500/RT

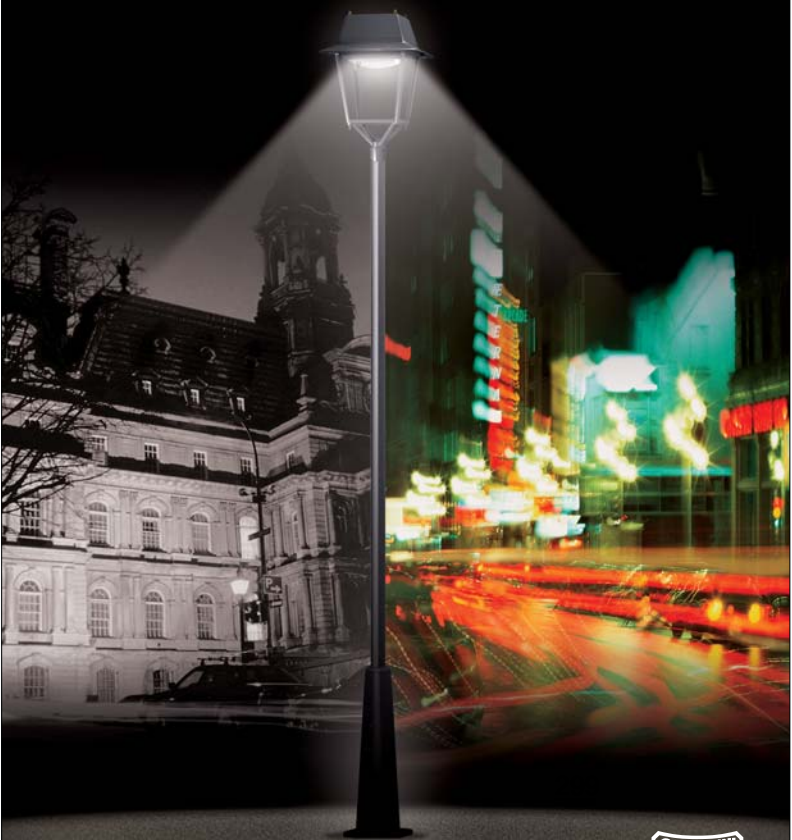
N. 03109

Sustituye a: 99127

Sustituido por:

E.1.3.- Clamod CLM

Clamod.
Diseño siempre vivo.



CARANDINI



Estilo clásico con prestaciones de hoy.

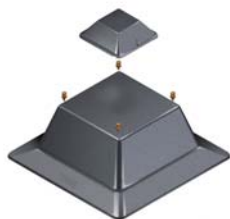
El punto de luz Clamod (CLM) combina de manera eficaz un diseño clásico con unas prestaciones de última generación. Ha sido pensada y diseñada para iluminar desde un casco histórico hasta una moderna avenida: calles, plazas, jardines, paseos y zonas residenciales. Fotometría estudiada para distribuir de manera eficiente el flujo luminoso de las lámparas modernas.

Control total de la luz emitida en el hemisferio superior.

Ausencia de luz intrusa molesta gracias a la versatilidad de los paralúmenes disponibles.

Facilidad de instalación y mantenimiento, pensadas desde el propio diseño.

**Las nuevas luminarias de Carandini
Iluminan de noche y embellecen de día.**



Sistema de apertura



301

Clamod "CLM"

- Estructura:** Fundición inyectada de aluminio.
Cúpula: Fundición inyectada de aluminio.
Reflector: "CC" y "GC" Aluminio de una sola pieza anodizado y sellado, distribución asimétrica longitudinal.
 "M" Chapa de acero pintada color gris RAL 9006.
Cierre: "CC" Vidrio plano templado.
 "GC" Vidrio templado lenticular.
 "M" Cubeta de policarbonato.
Fijaciones: "CLM-V" Vertical a brazo o columna, taladro de Ø 28 mm para rosca 3/4" gas x 40 mm.
 "CLM-S" Suspendida mediante racor de acero zincado rosca 3/4" gas x 40 mm.
Acabados: Pintura color negro RAL 9005 texturado.
 Otros colores con incremento de precio, consultar opciones
Clase eléctrica: Clase I, para clase II consultar precio y código.
Superf. viento: Entre 0,077 y 0,141 m².
Notas: Lámpara fluorescente compacta con equipo electrónico.
 Admite lámparas cerámicas de halógenos metálicos.
 F.H.S. indicado, con lámpara Vsap 100 T.
 Peso sin equipo.

LUMINARIA CLM



Equipo (W)

GX24q-4

42 Fluorescente compacta	C00011	C00022	C00061	C00041	C00052	C00062
E-27						
Vsap 70 c/arranca. T	C00001	C00012	---	C00031	C00042	---
Vsap 70 c/arranca. 2NT	C00002	C00013	---	C00032	C00043	---
Vsap 70 c/arranca. EF	---	---	C00023	---	---	C00053
Vsap 70 c/arranca. 2N EF	---	---	C00024	---	---	C00054
Vmh 70T	C00001	C00012	---	C00031	C00042	---
Vmh 70 EF	---	---	C00023	---	---	C00053
Vmh 100T	C00003	C00014	---	C00033	C00044	---
Vmh 100 EF	---	---	C00025	---	---	C00055
Vmh 150T	C00004	C00015	---	C00034	C00045	---
G-12						
Vmh 35T	C00005	C00016	C00026	C00035	C00046	C00056
Vmh 70T	C00006	C00017	C00027	C00036	C00047	C00057
E-40						
Vsap 100T	C00007	C00018	---	C00037	C00048	---
Vsap 100 2NT	C00008	C00019	---	C00038	C00049	---
Vsap 100 EF	---	---	C00028	---	---	C00058
Vsap 100 2N EF	---	---	C00029	---	---	C00059
Vsap 150T	C00009	C00020	C00030	C00039	C00050	C00060
Vsap 150 2NT	C00010	C00021	---	C00040	C00051	---
Vmh 150T	C00009	C00020	---	C00039	C00050	---
Dimensiones		605	605	605	495	495
		450	450	450	450	450
		450	450	450	450	450
	kg	6,0	6,0	6,6	6,3	6,6
	F.H.S.	0%	0%	14,53%	0%	14,53%





Anchura vial 5 m.
Luminaria: Clamod CLM-V/GC
Lámpara: Vsap 70 W -T -
h: 4 m.
Distribución: unilateral en brazo fachada
CBVM-530 cada 15 m.

Emed = 25 lux
Emin = 12 lux
Emax = 54
Umed = 0,50
F.H.S. Inst. = 0%



Anchura vial 10 m.
Luminaria: Clamod CLM-V/GC
Lámpara: Vsap 70 W -T -
h: 4 m.
Distribución: bilateral tresbolillo en columna CLM-C/400 cada 20 m.

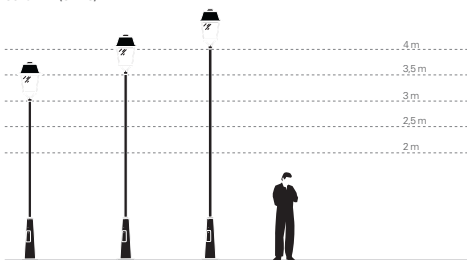
Emed = 26 lux
Emin = 10 lux
Emax = 57
Umed = 0,54
F.H.S. Inst. = 0%



Anchura vial 15 m.
Luminaria: Clamod CLM-V/M
Lámpara: Vsap 100 W EF
h: 4 m.
Distribución: bilateral tresbolillo en columna CLM-C/400 cada 15 m.

Emed = 13 lux
Emin = 7 lux
Emax = 17
Umed = 0,54
F.H.S. Inst. = 14,53%

COLUMNA (CLM-C)



Base: Fundición de hierro, altura 885 mm. Pintada oxirón negro forja.
Fuste: Tubo de acero galvanizado de Ø 76 mm y 3 mm de espesor.
Terminal: Superior rosca 3/4" gas x 40 mm.
Acabados: Base pintada oxirón negro forja. Otros colores de la base con incremento de precio, consultar opciones.

Descripción

CLM-C/300 Altura 3 m para montaje vertical en la parte superior, acoplamiento rosca 3/4" gas x 40 mm.
CLM-C/350 Altura 3,5 m para montaje vertical en la parte superior, acoplamiento rosca 3/4" gas x 40 mm.
CLM-C/400 Altura 3,5 m para montaje vertical en la parte superior, acoplamiento rosca 3/4" gas x 40 mm.

Código

C80001
C80002
C80003

Opciones

Pintura de la base oxirón gris acero o verde bronce

303

Referencia

CLMCOXI

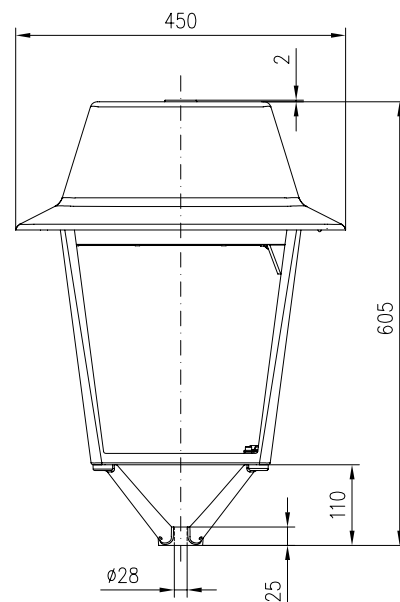
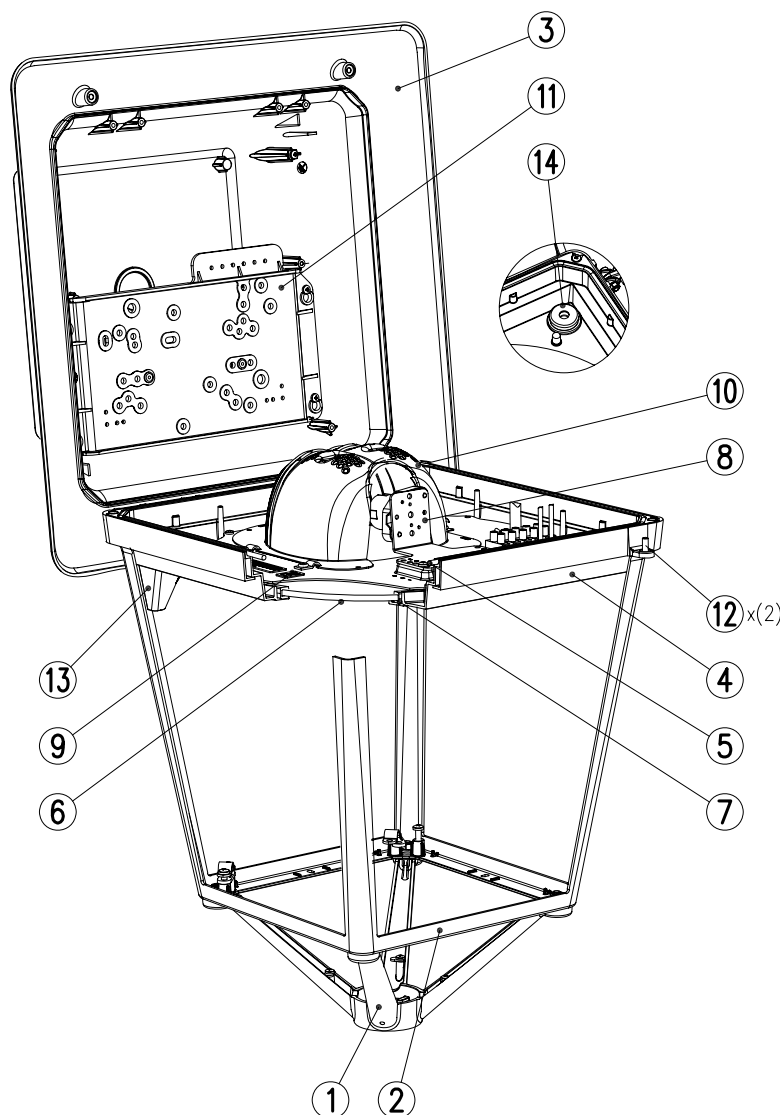
Accesorios

CTA-60 Terminal de acoplamiento superior Ø 60 x 100 mm
PNO Juego de 4 pernos de anclaje M16 x 400 mm, con tuercas y arandelas.
PTA Plantilla

Código

080394
016266
080326

E.1.3.1.- CLM-V/CC



DISTRIBUCION FOTOMETRICA

(1) REFLECTOR: ASIMETRICO LONGITUDINAL

(2) Arrancador incorporado en equipo

EC: lámpara elíptica clara

T: lámpara tubular clara

14	PASACABLES $\phi 8-10$	EPDM
13	GUIA CABLE	POLIAMIDA
12	TORNILLO DE CIERRE	ACERO INOXIDABLE
11	PLACA PORTA-EQUIPO	NAILON + F.V.
10	REFLECTOR (1)	CHAPA Al, ANODIZADO
9	PLACA SOPORTE REFLECTOR	CHAPA Fe, PINTADA
8	SOPORTE PORTALAMPARA	CHAPA Fe, GALVANIZADA
7	JUNTA DE CIERRE VIDRIO	SILICONA
6	VIDRIO DE CIERRE	TEMPLADO
5	JUNTA DE CIERRE ARMADURA	SILICONA
4	PLACA ARMADURA	PBT
3	CÚPULA	Al, FUND. INYECTADA
2	ESTRUCTURA	Al, FUND. INYECTADA
1	FIJACIÓN ESTRUCTURA	Al, FUND. INYECTADA
MARCA	DENOMINACION	MATERIAL

TIPO	EQUIPO (W)
CLM-V/CC <i>Gx 24q-4</i>	Fluor. Comp. 42W T
CLM-V/CC <i>PGZ 12</i>	CosmoWhite 45 CosmoWhite 60 CosmoWhite 90 CosmoWhite 140
CLM-V/CC <i>G12</i>	Vmh 35 T Vmh 70 T Vmh 150 T
CLM-V/CC <i>E27</i>	Vsap 70 T (2) Vsap 70 2N T (2) Vmh 70 T Vmh 100 EC Vmh 150 EC
CLM-V/CC <i>E40</i>	Vsap 100 T Vsap 100 2N T Vsap 150 T Vsap 150 2N T Vmh 150 T

Dibujado:	Fecha	Firma
Comprobado	08-07-09	FCV
V.º B.º		

C.&G. CARANDINI, S.A.
BARCELONA MADRID



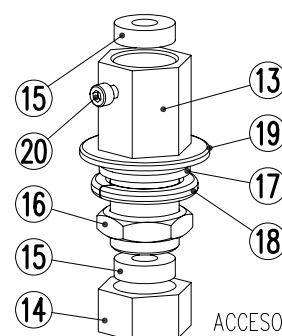
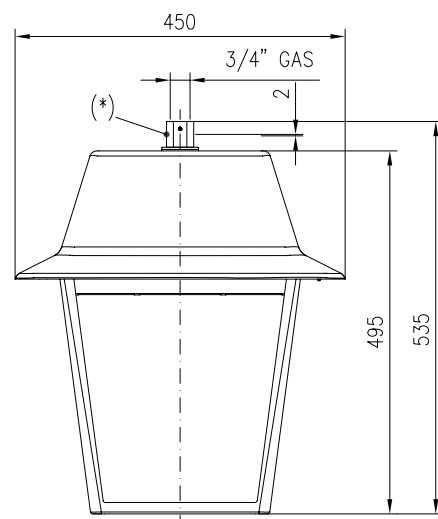
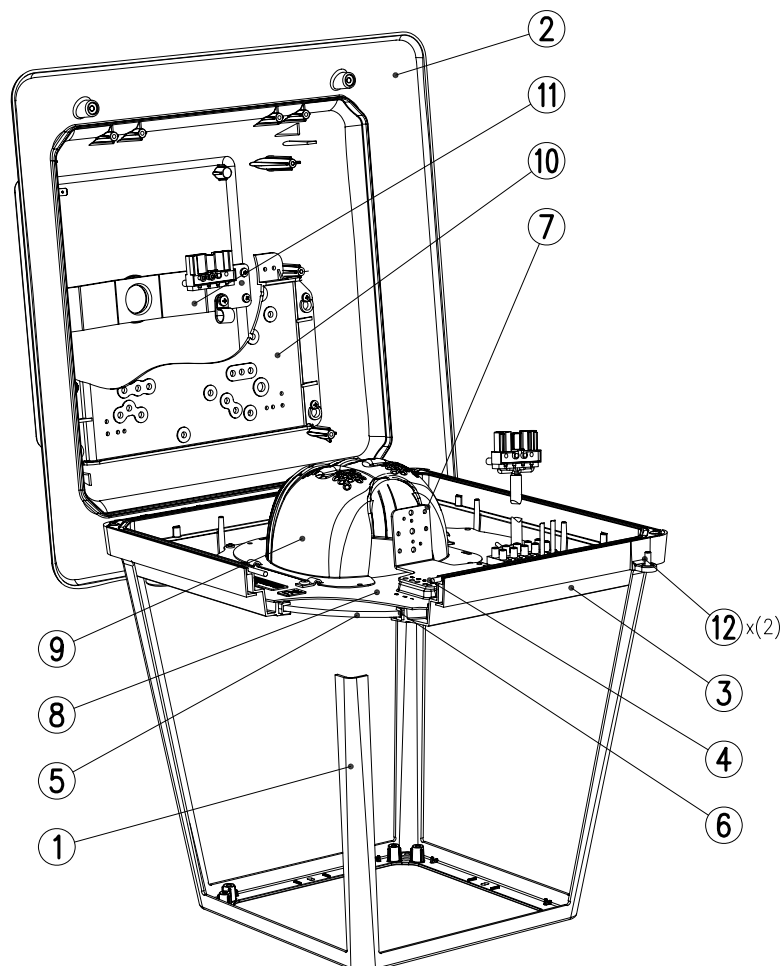
LUMINARIA: CLM-V/CC

N. 09151

Sustituye a: 080305

Sustituido por:

E.1.3.2.- CLM-S/CC



ACCESORIO DE FIJACIÓN
* Suministrado de serie

DISTRIBUCION FOTOMETRICA

- (1) REFLECTOR: ASIMETRICO LONGITUDINAL
(2) Arrancador incorporado en equipo
EC: lámpara elíptica clara
T: lámpara tubular clara

20	TORNILLO ALLEN M5x10mm	ACERO INOXIDABLE
19	ARANDELA PLANA M27	ACERO INOXIDABLE
18	ARANDELA GROWER M27	ACERO INOXIDABLE
17	JUNTA SOPORTE CENTAL	SILICONA
16	TUERCA EXAGONAL 3/4" GAS	BARRA ACERO, CINCADO
15	JUNTA PRENSAESTOPAS	SILICONA
14	TUERCA EXAGONAL M-H, 3/4" GAS	BARRA ACERO, CINCADO
13	RACORD EXAGONAL M-H, 3/4" GAS	BARRA ACERO, CINCADO
12	TORNILLO DE CIERRE	ACERO INOXIDABLE
11	SOPORTE SUSPENSIÓN	ACERO, CINCADO
10	PLACA PORTA-EQUIPO	NYLON + F.V.
9	REFLECTOR (1)	CHAPA AL, ANODIZADO
8	PLACA SOPORTE REFLECTOR	CHAPA Fe, PINTADA
7	SOPORTE PORTALAMPARA	CHAPA Fe, GALVANIZADA
6	JUNTA DE CIERRE VIDRIO	SILICONA
5	VIDRIO DE CIERRE	TEMPLADO
4	JUNTA DE CIERRE ARMADURA	SILICONA
3	PLACA ARMADURA	PBT
2	CÚPULA	AL, FUND. INYECTADA
1	ESTRUCTURA	AL, FUND. INYECTADA
MARCA	DENOMINACION	MATERIAL

TIPO	EQUIPO (W)
CLM-V/CC Gx 24q-4	Fluor. Comp. 42W T
CLM-V/CC PGZ 12	CosmoWhite 45 CosmoWhite 60 CosmoWhite 90 CosmoWhite 140
CLM-V/CC G12	Vmh 35 T Vmh 70 T Vmh 150 T
CLM-V/CC E27	Vsap 70 T (2) Vsap 70 2N T (2) Vmh 70 T Vmh 100 EC Vmh 150 EC
CLM-V/CC E40	Vsap 100 T Vsap 100 2N T Vsap 150 T Vsap 150 2N T Vmh 150 T

Dibujado:	Fecha	Firma
Comprobado	08-07-09	FCV
V.º B.º		

C.&G. CARANDINI, S.A.
BARCELONA MADRID



LUMINARIA: CLM-S/CC

N. 09154

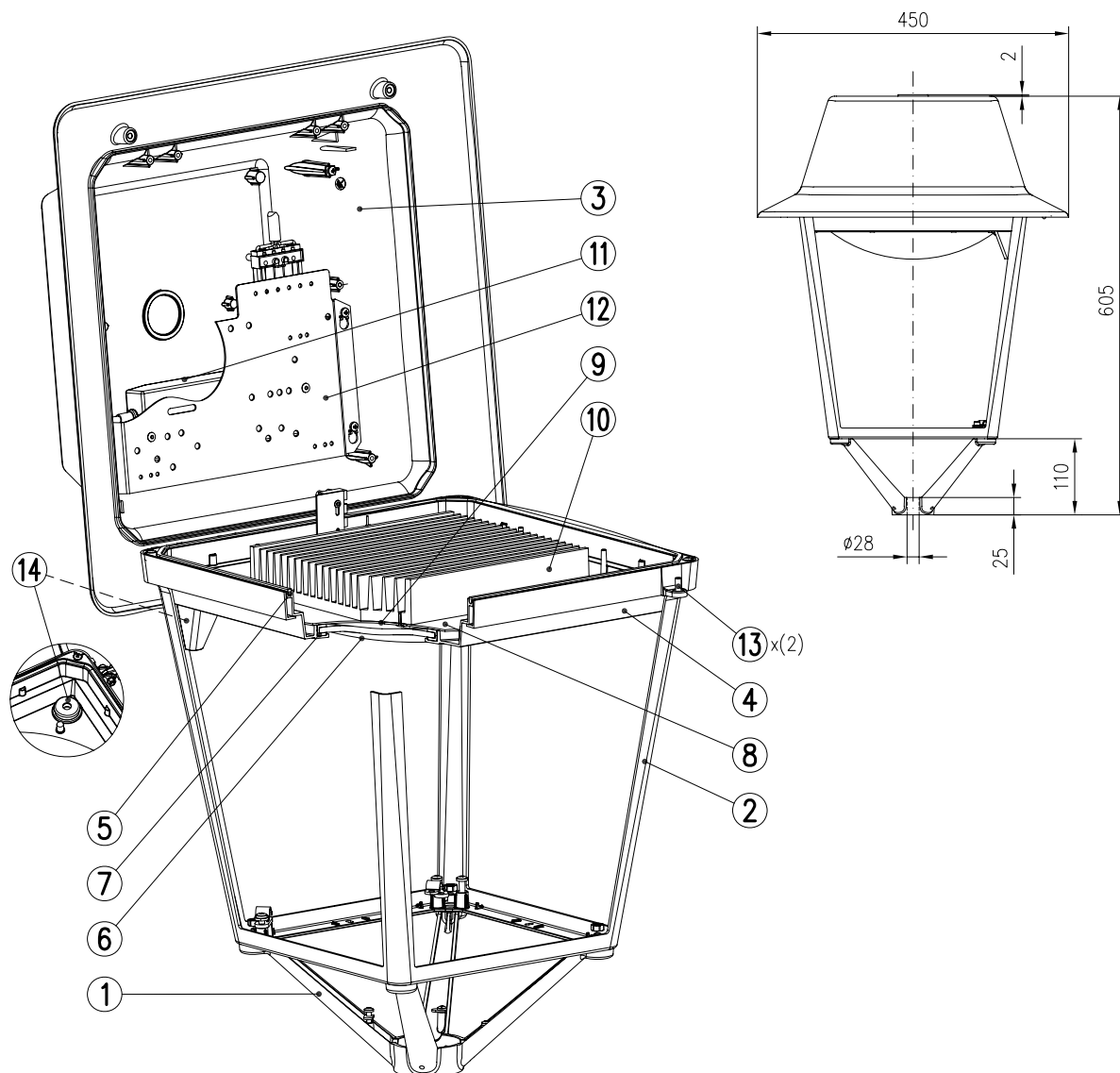
Sustituye a: 08067

Sustituido por:

E.1.4.- Clamod LED

<u>CLAMOD LED</u>	
Característiques	
<i>Caract. generals:</i>	Les mateixes que figuren per la corresponent CLM – Clamod
Led:	Tipus: Luxeon Rebel
<i>Número:</i>	30
<i>Potència / Intensitat:</i>	1,2W / 350mA
<i>Temperatura de color:</i>	3800 - 4100°K
<i>Flux lumínic unitari:</i>	90
<i>Vida mitja estimada:</i>	50000
<i>Índex rendiment color Ra:</i>	75
Lluminària:	
Obertura de l'òptica:	140
Protecció tèrmica:	Doble
Factor de potència:	0,95
F.H.S.:	0
Rendiment Lluminària:	93

E.1.4.1.- CLM-V/GC – 30LED



14	PASACABLES Ø8-10	EPDM
13	TORNILLO DE CIERRE	ACERO INOXIDABLE
12	PLACA PORTA-EQUIPO	NYLON + F.V.
11	FUENTE DE ALIMENTACION	-
10	DISIPADOR	AI, EXTRUSIONADO
9	PLACA 30 LEDS	(1)
8	BANDEJA PORTA LED	CHAPA Fe, PINTADA
7	JUNTA DE CIERRE VIDRIO	SILICONA
6	VIDRIO DE CIERRE LENTICULAR	TEMPLADO
5	JUNTA DE CIERRE ARMADURA	SILICONA
4	PLACA ARMADURA	PBT
3	CÚPULA	AI, FUND. INYECTADA
2	ESTRUCTURA	AI, FUND. INYECTADA
1	FIJACIÓN ESTRUCTURA	AI, FUND. INYECTADA
MARCA	DENOMINACION	MATERIAL

(1) CARACTERÍSTICAS	
TIPO LED	REBEL LUMILEDS
TEMPERATURA DE COLOR	3.700-4.300 K
RA	75
ANGULO DE ABERTURA	140°
POTENCIA POR LED	1,2W
FLUJO POR LED	90 lm
NºLED	30

Dibujado:	Fecha	Firma
Comprobado	14-07-09	FP
V.º B.º		

C.&G. CARANDINI, S.A.
BARCELONA MADRID



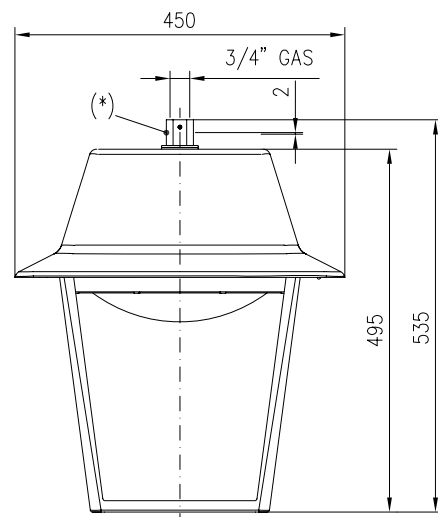
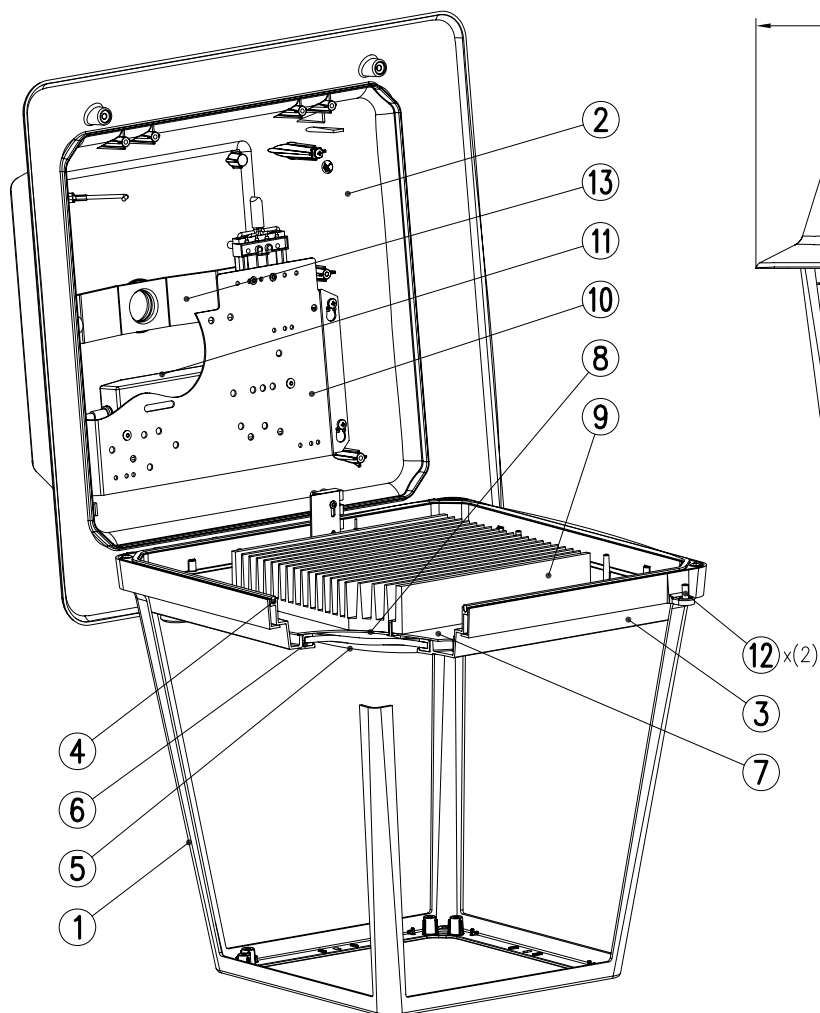
LUMINARIA: CLM-V/GC-30/LED

N. 09160

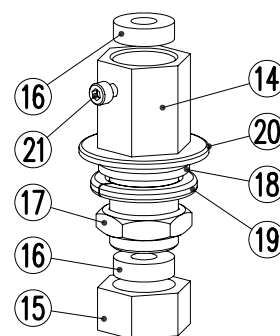
Sustituye a: 311

Sustituido por:

E.1.4.2.- CLM-S/GC – 30LED.



21	TORNILLO ALLEN M5x10mm	ACERO INOXIDABLE
20	ARANDELA PLANA M27	ACERO INOXIDABLE
19	ARANDELA GROWER M27	ACERO INOXIDABLE
18	JUNTA SOPORTE CENTAL	SILICONA
17	TUERCA EXAGONAL 3/4" GAS	BARRA ACERO, CINCADO
16	JUNTA PRENSAESTOPAS	SILICONA
15	TUERCA EXAGONAL M-H, 3/4" GAS	BARRA ACERO, CINCADO
14	RACORD EXAGONAL M-H, 3/4" GAS	BARRA ACERO, CINCADO
13	SOPORTE SUSPENSIÓN	ACERO, CINCADO
12	TORNILLO DE CIERRE	ACERO INOXIDABLE
11	FUENTE DE ALIMENTACION	-
10	PLACA PORTA-EQUIPO	NAILON + F.V.
9	DISIPADOR	AI, EXTRUSIONADO
8	PLACA 30 LEDS	(1)
7	BANDEJA PORTA LED	CHAPA Fe, PINTADA
6	JUNTA DE CIERRE VIDRIO	SILICONA
5	VIDRIO DE CIERRE LENTICULAR	TEMPLADO
4	JUNTA DE CIERRE ARMADURA	SILICONA
3	PLACA ARMADURA	PBT
2	CÚPULA	AI, FUND. INYECTADA
1	ESTRUCTURA	AI, FUND. INYECTADA
MARCA	DENOMINACION	MATERIAL



ACCESORIO DE FIJACIÓN
* Suministrado de serie

(1) CARACTERÍSTICAS	
TIPO LED	REBEL LUMILEDS
TEMPERATURA DE COLOR	3.700-4.300 K
RA	75
ANGULO DE ABERTURA	140°
POTENCIA POR LED	1,2W
FLUJO POR LED	90 lm
NºLED	30

Dibujado:	Fecha	Firma
Comprobado	14-07-09	FP
V.º B.º		

C.&G. CARANDINI, S.A.
BARCELONA MADRID



LUMINARIA: CLM-S/GC-30/LED

N. 09161

Sustituye a: 313

Sustituido por:

E.2.- PHILIPS

E.2.1.- CitySoul LED



CitySoul – create identity

Mini CitySoul LED

CitySoul is a family of modular street-lighting luminaires featuring state-of-the-art lamp and gear technologies – including LED – and offering outstanding optical performance. Its classic design merges well with today's urban environment. The simple, flat, ellipsoidal form of the luminaire creates an elegant light-point. Suitable for side-entry, suspended or post-top installation, and with its adjustable beam and light trespass accessories, this versatile luminaire fits every application. CitySoul comes in two sizes, along with a complete range of dedicated masts and brackets.

Características

- Re-LEDing upgrade possible
- Fully dimmable 1-10V
- Constant light output

Solicitud

- Urban, residential, pedestrian and shopping areas
- Squares, local streets, minor collector roads, parks



Especificaciones

• Tipo	BGP430 (CitySoul Mini)
• Fuente de luz	42 x ó 56 x LED-HB
• Color de luz	Blanco neutro, 4000 K
• Consumo	42 x LED versión: 53 W 56 x LED versión: 70 W
• Corriente del controlador	350 mA
• Alimentación eléctrica/de datos	220 - 240 V / 50 - 60 Hz
• Equipo	Integrado
• Óptica	Vía media (MRO)
• Cierre óptico	Vidrio plano
• Controles	Compatible con señal 1-10 V
• Opciones	Regulación mediante 1-10 V Lumistep (preprogramada) Flujo luminoso constante (CLO)
• Conexión	Conector Push-in Wieland/Adels, 3 polos para red (y 2 polos para señal de control)
• Material	Carcasa: fundición de aluminio Componentes internos: polipropileno reforzado con vidrio

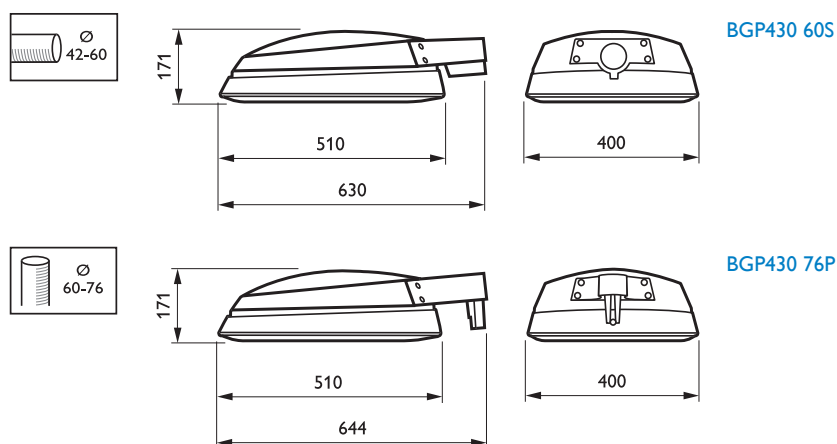
• Color	Cubierta: gris ultra oscuro de Philips Marco: gris plata Otros colores RAL y AKZO Futura disponibles bajo pedido
• Instalación	Montaje de tipo post-top: Ø 60 - 76 mm (76P) Montaje de tipo post-top: ajustable mediante rótula (76PA, 76P) Montaje de acceso lateral: Ø 42 - 60 mm (60S) Temperatura de funcionamiento: -20°C < T Altura de montaje recomendada: 4 - 10 m Ángulo estándar de orientación post-top: 5° Ángulo de inclinación ajustable (con rótula de tipo post-top): en tramos de 5° Distribución de la luz ajustable: 0 Máx. SCx: 0,056 m
• Mantenimiento	Acceso sin herramientas para una fácil sustitución del módulo LED y del equipo
• Vida útil	50.000 horas (70% mantenimiento lumínico a T

Productos relacionados



Mini CitySoul LEDGINE BGP430 urban-lighting luminaire

Plano de dimensiones



Detalles del producto



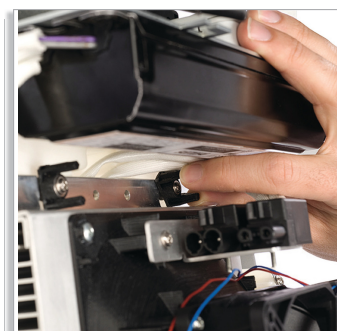
The frame will open downwards giving easy access to the complete system



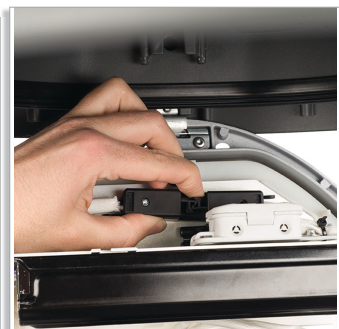
Turning 2 screws loosens the complete LEDGINE



Easy push-connectors to disconnect mains and controls



Easy push-connectors to disconnect driver from LEDGINE



A small twist releases the gear tray



The frame will open downwards giving easy access to the complete system



Turning 2 screws loosens the complete LEDGINE



Easy push-connectors to disconnect mains and controls



Easy push-connectors to disconnect driver from LEDGINE



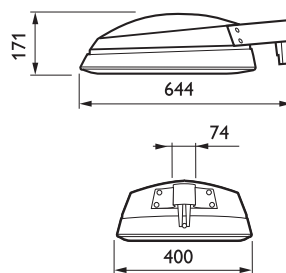
A small twist releases the gear tray

CitySoul LEDGINE

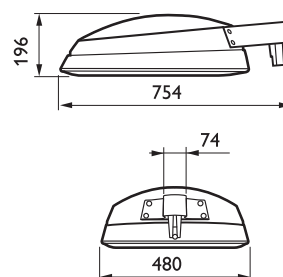


CitySoul LEDGINE es una familia de luminarias LED modulares para el alumbrado público. La óptica de varias capas proporciona una distribución uniforme y menor deslumbramiento, lo que permite cambiar directamente las soluciones HID sin sacrificar el espacio entre luminarias, la altura de montaje ni la calidad de la luz. Además, está lista para el mantenimiento y las actualizaciones, lo que garantiza el ahorro futuro.

Tipo	BGP430 (MiniCitySoul LEDGINE) BGP43I (CitySoul LEDGINE) BSP43I (CitySoul Suspendida LEDGINE)
Materiales	Carcasa: fundición de aluminio Acceso lateral y acceso superior: aluminio Marco: aluminio Otros componentes internos: polipropileno reforzado con vidrio Disipador de calor interno: aluminio inyectado a alta presión, resistente a la corrosión
Lámpara	BGP430: LED-HB, hasta 64 LED en tramos de 8 BGP43I: LED-HB, hasta 112 LED en tramos de 8 BSP43I: LED-HB, hasta 112 LED en tramos de 8
Color de la luz	Blanco cálido, 3000 K Blanco neutro, 4000 K Blanco frío, 5600 K
Óptica	Óptica LED especial para alumbrado público; ofrece una distribución de luz constante y uniforme, sin riesgo de formación de puntos negros, si se diera el caso de que fallara algún LED
Cubierta Óptica	Vidrio plano
Color	Gris plata Otros colores RAL o AKZO Futura disponibles bajo pedido



BGP430



BGP43I



BGP430



MiniCitySoul LEDGINE

Tipo							EOC	EUROS
BGP430	GRN/740	IS	40W	I	DM CO	GR 76P	83180700	1.007,00
BGP430	GRN/740	IS	50W	II	DM CO	GR 60S	83160900	1.183,00
BGP430	GRN/740	IS	60W	I	DM CO	GR 76P	83178400	1.219,00
BGP430	GRN/740	IS	70W	II	DM CO	GR 60S	83161600	1.285,00
BGP430	GRN/740	IS	80W	II	DM CO	GR 60S	83162300	1.326,00
BGP430	GRN/740	IS	80W	II	DM CO	GR LS-6 5	83171500	1.366,00
BGP430	CFT/830	IS	59W	II	DM CO	GR 76P	Consultar	1.257,00
BGP430	CFT/830	IS	95W	II	DC CO	GR LS-6 5	83174600	1.644,00
BGP430	ECO/756	IS	125W	II	DC CO	GR 76P	Consultar	1.175,00

BGP43I



CitySoul LEDGINE

Tipo							EOC	EUROS
BGP43I	GRN/740	IS	100W	II	DM CO	GR 60S	87473600	1.580,00
BGP43I	GRN/740	IS	120W	II	DM CO	GR 60S	87474300	1.859,00
BGP43I	GRN/740	IS	140W	II	DM CO	GR 60S	87475000	1.958,00
BGP43I	GRN/740	IS	140W	II	DM CO	GR LS-6%	87484200	1.998,00
BGP43I	CFT/830	IS	118W	II	DW CO	GR 76P	87482800	1.925,00
BGP43I	CFT/830	IS	142W	II	DW CO	GR 76P	87483500	2.279,00

CitySoul / CitySoul LED



Familia de luminarias para montaje lateral, en dos tamaños. Se suministra con cierre y equipo. Al incorporar tecnologías de alta eficiencia energética, CitySoul está catalogada como producto Bandera Verde de Philips.

Familia configurable según pedido.

Versiones	CGP430 – Versión pequeña BGP430 – Versión pequeña con LEDs CGP43I – Versión mediana BGP43I – Versión mediana con LEDs CSP43I – Versión suspendida
Materiales	Carcasa de fundición de aluminio Cierre de policarbonato o vidrio plano templado
Lámparas	SON-T 50/ 70/ 100/ 150/ 250W CDO-TT 70/ 100/ 150W CDM-T 70/ 150/ 250W CPO-T 45/ 60/ 90/ 140W PL-T 32/ 42W PL-H 60/ 85W QL 55/ 85W 42, 56, 70 u 84 LEDs
Color de la Luz	Pára versión LED: Blanco neutro 4000K
Equipo	Equipo electrónico, regulación y telegestión (Consultar disponibilidad y precio)



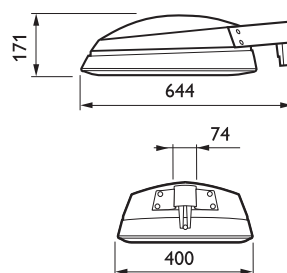
asimpleswitch.com

Óptica	Óptica Cosmopolis (OC) Óptica CT-POT facetada (OR) Para versión LED: Vía media (MRO)
Consumo LED	42xLED: 53W, 56xLED:70W, 70xLED:88W, 84xLED:106W
Instalación	Montaje Post-Top invertida, Post-Top invertida ajustable mediante rótula, lateral o suspendida.
Opciones	Entrada Lateral 42SØ 42mm y 60SØ 60mm Entrada post-top 60P Ø 60mm y 76P Ø 76mm Suspendida: Tubo de 34mm
Color	Carcasa: Gris ultraoscuro Philips 10714 (similar a RAL 7043 texturizado) Marco: Gris plateado (similar a RAL 9006 texturizado)
Protección	IP66 / IK08 Carcasa / IK10 Cierre de vidrio plano o PC
Scx	Post Top & Cierre PC: 0,015 m² frontal y 0,073 m² lateral Entrada lateral & Vidrio Plano: 0,013 m² frontal y 0,053 m² lateral
Mantenimiento LEDs	Posibilidad de una fácil sustitución del módulo LED y del equipo LEDs

BGP430



MiniCitySoul LED	EOC	EUROS
BGP430 LED-NW 42 II CO GR 60S	81584500	1.290,00
BGP430 LED-NW 42 II CO GR 76P	86704200	1.290,00
BGP430 LED-NW 56 II CO GR 60S	81580700	1.380,00
BGP430 LED-NW 56 II CO GR 76P	86702800	1.380,00



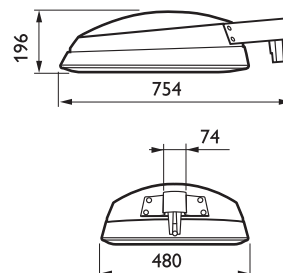
BGP430



BGP43I



CitySoul LED	EOC	EUROS
BGP43I LED-NW 70 II CO GR 60S	81585200	1.670,00
BGP43I LED-NW 70 II CO GR 76P	86700400	1.670,00
BGP43I LED-NW 84 II CO GR 60S	81578400	1.760,00
BGP43I LED-NW 84 II CO GR 76P	86698400	1.760,00



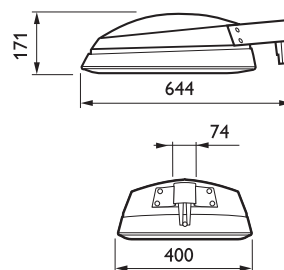
BGP43I



CGP430



Versión pequeña		EOC	EUROS
CGP430 SON-T100W K II OR FG GR ST 76P	☀️	47911800	669,00
CGP430 CDO-TT70W K II OR FG GR ST 60S	☀️	67955600	724,00
CGP430 CDO-TT70W K II OR FG GR ST 76P	☀️	47907100	724,00
CGP430 CDO-TT100W K II OR FG GR ST 60S	☀️	47906400	736,00
CGP430 CDO-TT100W K II OR FG GR ST 76P	☀️	47908800	736,00
CGP430 CPO-T60W K II OC FG GR LS-8 60S	☀️	96927200	1.005,00
CGP430 CPO-T60W K II OC FG GR LS-8 76P	☀️	Consultar	1.005,00



CGP430

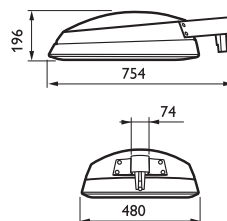


CitySoul / CitySoul LED

CGP43I



Versión	n	mediana							EOC	EUROS
CGP43I	SON-T70W	K	II	OR	FG	GR	SP	76P	67978500	647,00
CGP43I	SON-T100W	K	II	OR	FG	GR	SP	76P	67981500	660,00
CGP43I	SON-T150W	K	II	OR	FG	GR	SP	76P	67984600	688,00
CGP43I	CDM-T70W/830	K	II	OR	FG	GR	ST	76P	47622300	712,00
CGP43I	CDM-T70W/942	K	II	OR	FG	GR	ST	76P	47623000	712,00
CGP43I	CDM-T150W/830	K	II	OR	FG	GR	ST	76P	47624700	753,00
CGP43I	CDM-T150W/942	K	II	OR	FG	GR	ST	76P	47625400	753,00
CGP43I	CDO-TT70W	K	II	OR	FG	GR	ST	76P	67969300	721,00
CGP43I	CDO-TT100W	K	II	OR	FG	GR	ST	76P	67972300	734,00
CGP43I	CDO-TT150W	K	II	OR	FG	GR	ST	76P	67974700	759,00
CGP43I	CDO-TT250W	K	II	OR	FG	GR	ST	76P	50552800	829,00
CGP43I	CPO-T140W	K	II	OC	FG	GR		76P	67976100	999,00
CGP43I	CPO-T140W	K	II	OC	FG	GR	LS8	76P	Consultar	1.083,00



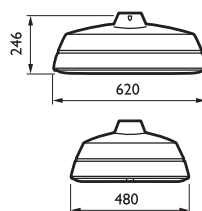
CGP43I



CSP43I



Versión	n	suspendida							EOC	EUROS
CSP43I	SON-T150W	K	II	OR	FG	GR	SP		47879100	739,00
CSP43I	CDO-TT70W	K	II	OR	FG	GR	ST		47880700	772,00
CSP43I	CDO-TT100W	K	II	OR	FG	GR	ST		47886900	784,00
CSP43I	CDO-TT150W	K	II	OR	FG	GR	ST		47877700	809,00
CSP43I	CDO-TT250W	K	II	OR	FG	GR	ST		50558000	880,00
CSP43I	CPO-T140W	K	II	OC	FG	GR			47878400	1.049,00



CSP43I



Opciones de eficiencia energética CGP43I / CSP43I

Incremento de PVP sobre SON-T o CDO-T de la misma potencia	EUROS
Equipo electrónico no regulable Primavision (EB)	210,00
Equipo electrónico regulable Dynavision y doble nivel con hilo de mando (D5)	260,00
Equipo electrónico regulable Dynavision y doble nivel sin hilo de mando (EB CH)	290,00
Equipo electrónico regulable Dynavision y sistema de Telegestión Starsense II integrado (D6)	510,00
Vidrio Dynaclean	100,00
Incremento de PVP sobre SON-T de la misma potencia	
Regulación con hilo de mano	90,00
Regulación sin hilo de mano	110,00

Opciones de eficiencia energética CGP430 / CGP43I / CSP43I

Incremento de PVP sobre CPO-T	
Lumistep 6/8/10 horas	80,00

Brazos que se pueden utilizar con la luminaria CitySoul
Consultar disponibilidad y precio

Brazo natural con embellecedor



Brazo natural con embellecedor en rojo



Brazo estructural



Brazo horizontal



E.2.2.- SNF 100 / SNF 300

M/SNF 100

Proyector robusto, resistente a la corrosión y versátil, que proporciona excelentes resultado fotométricos gracias a su reflector de alta calidad que proporciona un haz luminoso altamente eficiente. Se sirven completos con equipo y lámpara.

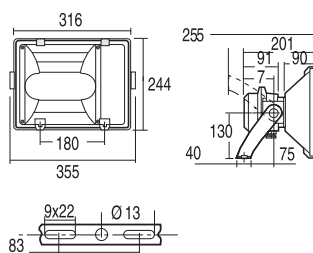
Materiales	Carcasa: Poliamida reforzada moldeada por inyección, pintada en negro Reflector: Aluminio anodizado alta pureza (99,9%) Cierre: Vidrio endurecido térmicamente
Lámparas	SON-T 100/150W SDW-T 100W MHN-TD 150W CDM-TD 150W
Accesorios	Aletas cortaflujo para reducir deslumbramiento
Scx	0,09m ² (incl.70°)
Peso	4,90 - 5,40 Kg

M/SNF 100

Clase II IP 55 IK 08 CE

TIPO	excepto SNF100 1xSDW y 1xSON-T 100W	B	EOC	EUROS
SNF100	1xSON-T100W 230V K		01317600	305,00
SNF100	1xSON-T150W 230V K		27213900	328,00
MNF100	1xMHN-TD150W 230V K		00703800	376,00
SNF100	1xSDW-T100W 230V K		01917800	477,00

Accesorios	EOC	EUROS
ZNF100 LIMITADOR HAZ VERTICAL	26708100	75,00
ZNF100 LIMITADOR HAZ HORIZONTAL	26706700	81,00



M/SNF 100



M/SNF 300

Proyector robusto, resistente a la corrosión y versátil, que proporciona excelentes resultado fotométricos gracias a su reflector de alta calidad que proporciona un haz luminoso altamente eficiente. Se sirven completos con equipo y lámpara.

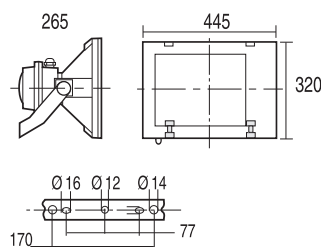
Materiales	Carcasa: Poliamida reforzada moldeada por inyección, pintada en negro Reflector: Aluminio anodizado alta pureza (99,9%) Cierre: Vidrio endurecido térmicamente
Lámparas	SON-T 250/400W HPI-T 250/400W
Accesorios	Aletas cortaflujo para reducir deslumbramiento, malla de protección
Scx	0,16m ² (incl.70°)
Peso	7,70 - 10,30 Kg

M/SNF 300

Clase II IP 55 IK 06 CE

			EOC	EUROS
SNF300	1xSON-T250W 230V K		01041000	477,00
SNF300	1xSON-T400W 230V K		01513200	501,00
MNF300	1xHPI-T250W 230V K		01387900	477,00
MNF300	1xHPI-T400W 230V K		01485200	501,00

Accesorios	EOC	EUROS
REJILLA ANTIDESLUMBRANTE CORTAFLUJO CON LAMAS	55393100	156,00
ZNF300 LIMITADOR HAZ HORIZONTAL	26709800	94,00
ZNF300 LIMITADOR HAZ VERTICAL	26710400	87,00
MALLA DE PROTECCION	Consultar	81,00



M/SNF 300



E.2.3. iW Blast Powercore

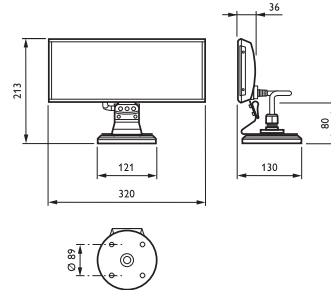
iW Blast Powercore



Philips iW Blast produce luz blanca con temperatura de color controlable (3.000 - 6.500 K) para crear efectos de baño de pared y de luz rasante. La intensidad de la potencia de la luz se puede ajustar al mismo tiempo que se mantiene o varía la temperatura de color.

iW Blast 12 Powercore: Utiliza tecnología Powercore® la cual integra la gestión de corriente eléctrica y datos directamente en el producto haciendo innecesario el uso de una fuente de alimentación externa.

Materiales	Carcasa: Fundición de aluminio
Lampara	30 LEDs HB
Color de la luz	Blanco, afinable 3000K-6500K
Alimentación	100-240 V / 50-60 Hz
Consumo	50 W a 110 - 240 V c.a. (60 W a 100 V c.a.)
Ópticas	18° y 24°
Instalación	Montaje adosado, Base articulada: rotación post-instalación hasta 350°. Rotación bisagra: 110°
Clasificación	IP66
Opciones	Carcasa: blanca / negra
Observaciones	Data Enabler, cables y controles se piden por separado



BCP431

IP 66 CE B

			EOC	EUROS
BCP431	30xLED-HB/WH	3000-6500 24° WH	71186899	747,00
BCP431	30xLED-HB/WH	3000-6500 24° BK	71187599	747,00
BCP431	30xLED-HB/WH	3000-6500 18° WH	71188299	747,00
BCP431	30xLED-HB/WH	3000-6500 18° BK	71189999	747,00

Accesorios

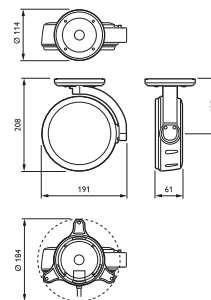
Para control NO DMX				EOC	EUROS
ZCX400	100-240V	iW DATA ENABLER		71179099	370,00
SSLCTR	LRC9624	iW SCENE CONTROLLER		71178399	350,00
Para control DMX					
ZCX400	100-240VDMX	DATA ENABLER		27556799	320,00

ColorBurst



Philips ColorBurst® 6 es una solución compacta y elegante para alumbrado por proyección y baños de pared con colores saturados y efectos de cambio de color. Proyectando un haz de luz de borde suave, ColorBurst 6 es un producto estanco diseñado para distintas aplicaciones de interior y exterior. La carcasa incorpora un anillo de tres tornillos para instalar accesorios tales como lentes dispersoras o rejillas.

Materiales	Carcasa: Fundición de aluminio
Lampara	18 LEDs HB
Color de la luz	RGB (Rojo, Verde, Azul)
Alimentación	24 V c.c.
Consumo	Máx. 25 W, a plena intensidad (RGB)
Ópticas	12° y 22°
Instalación	Montaje adosado, Base articulada: rotación post-instalación hasta 350°. Rotación bisagra: 350°
Clasificación	IP66
Opciones	Carcasa: blanca / negra
Observaciones	El suministro de alimentación/datos, los cables y los controles se deben pedir por separado Accesorio para montaje ZCP466



BCP466

IP 66 350° 350° CE B

			EOC	EUROS
BCP466	18xLED-HB/RGB	24V 22° WH	71112799	446,00
BCP466	18xLED-HB/RGB	24V 22° BK	71113499	446,00
BCP466	18xLED-HB/RGB	24V 12° WH	71114199	446,00
BCP466	18xLED-HB/RGB	24V 12° BK	71115899	446,00

Accesorios

Para montaje				EOC	EUROS
ZCP466	MB	BK		71101199	46,00
ZCP466	MB	WH		71100499	46,00
Para control					
ZCX400	PDS-60	24V DMX/ ETHERNET	IP66	71086199	Consultar
ZCX400	PDS-60	24V Preprogramada	IP66	71085199	Consultar

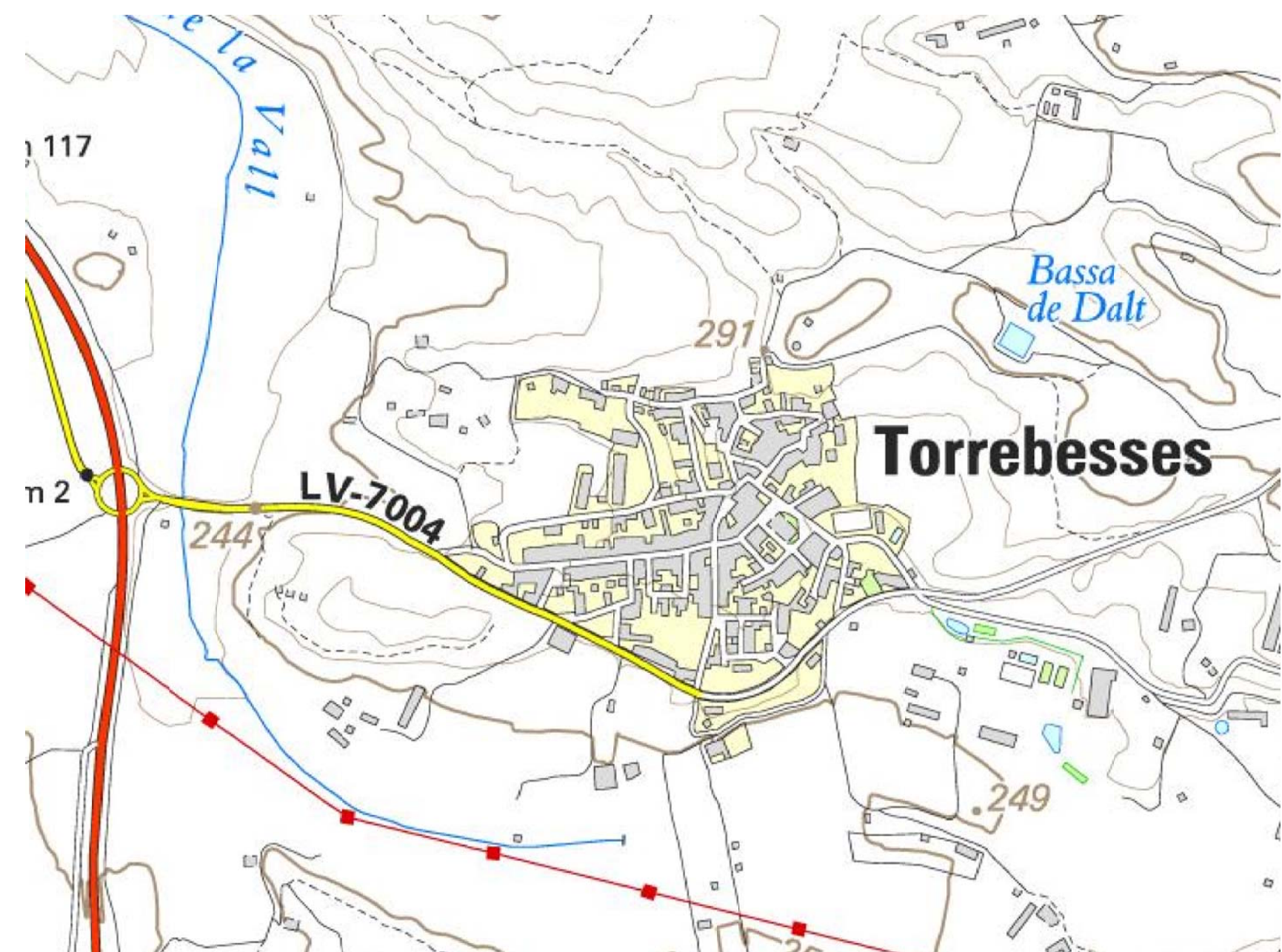
325



3. PLÀNOLS

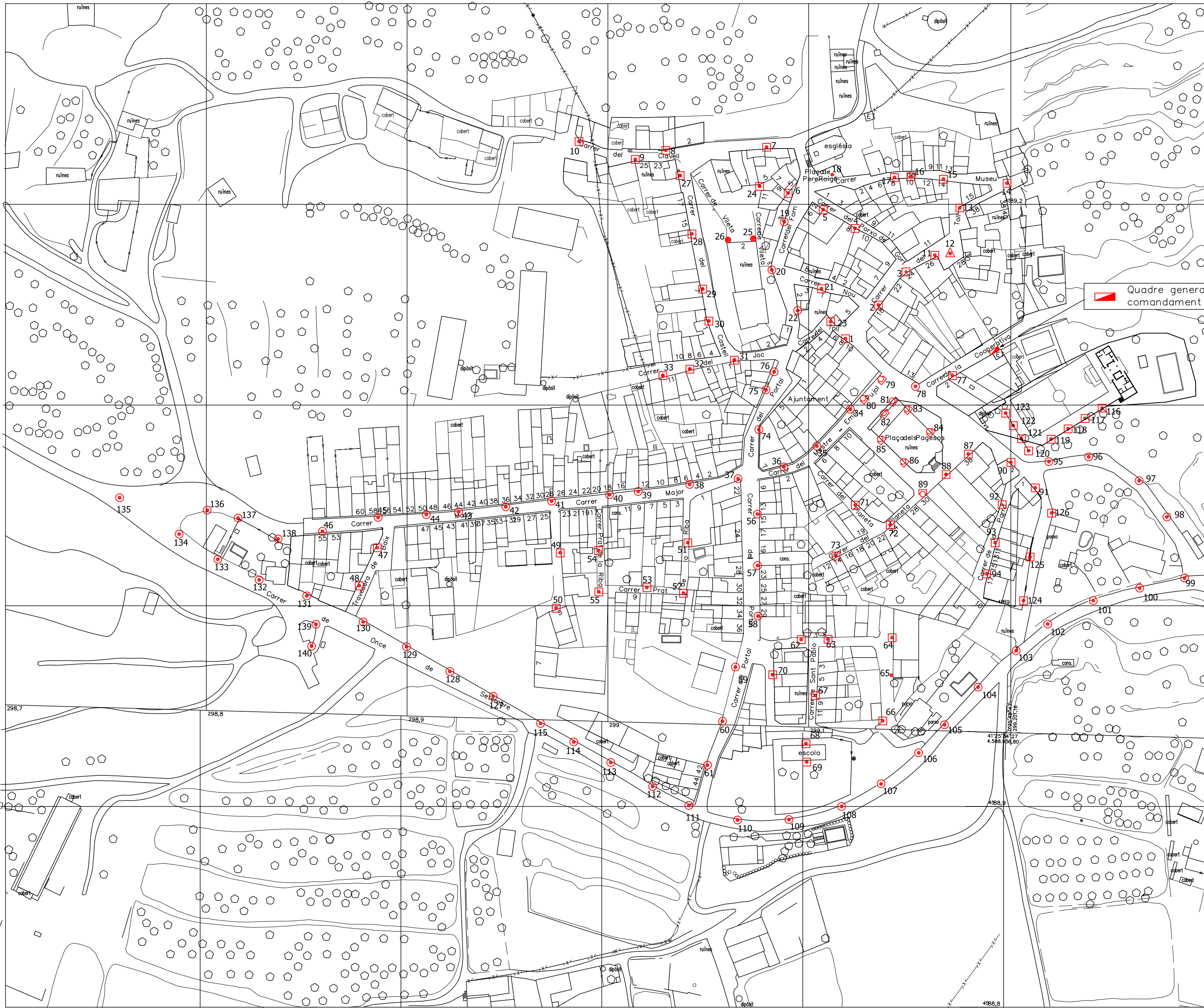
ÍNDEX PLÀNOLS

3.- PLÀNOLS

3.1.- Emplaçament	329
3.2.- Distribució dels punts de llum de l'estat actual	330
3.3.- Traçat de les línies d'enllumenat de l'estat actual	331
3.4.- Avaluació i zones d'estudi	332
3.5.- Distribució dels punts de llum de la proposta adoptada	333
3.6.- Esquema d'enginyeria de la distribució de línies	334



PROJECTE PFC: AUDITORIA ENERGÈTICA DE L'ENLLUMENAT PÚBLIC DE TORREBESSES		
PLÀNOL: EMPLAÇAMENT		DIBUIXAT: Daniel Grau
SITUACIÓ: Torrebesses – Les Garrigues – LLEIDA		COMPROVAT: Alba Cabiscol
PROPIETARI: UNIVERSITAT DE LLEIDA –ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR–		ESCALA: 1/2000
	LA DIRECTORA DEL PFC Alba Cabiscol Teixido	L'ESTUDIANT D'ETIM Daniel Grau Freixinet
		N.PLÀNOL: 1/6



- SORTIDA 1
Casc antic (Nº punt 1–33)
- SORTIDA 2
C/Major (Nº punt 34–55)
- SORTIDA 3
Portal–Escoles (Nº punt 56–76)
- SORTIDA 4
Plaça Pagesos (Nº punt 77–94)
- SORTIDA 5
Zona esportiva (Nº punt 95–126)
- SORTIDA 6
C/Once de setembre (Nº punt 127–140)

- FOCO 250W
FAROLA 100W
BACUL 150W VSAP
BACUL 100W VSAP
FANAL 100W
Q.G.M.P.

PROJECTE PFC:
AUDITORIA ENERGÈTICA DE L'ENLLUMENAT PÚBLIC
DE TORREBESSES

Es

PLANOL:
DISTRIBUCIÓ DE L'ESTAT ACTUAL DELS PUNTS DE LLUM

DIBUIXAT:
Daniel Grau

SITUACIÓ:
Torrebesses – Les Garrigues –
LLEIDA

COMPROVAT:
Alba Cabiscol

PROPIETARI:
UNIVERSITAT DE LLEIDA –ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR–

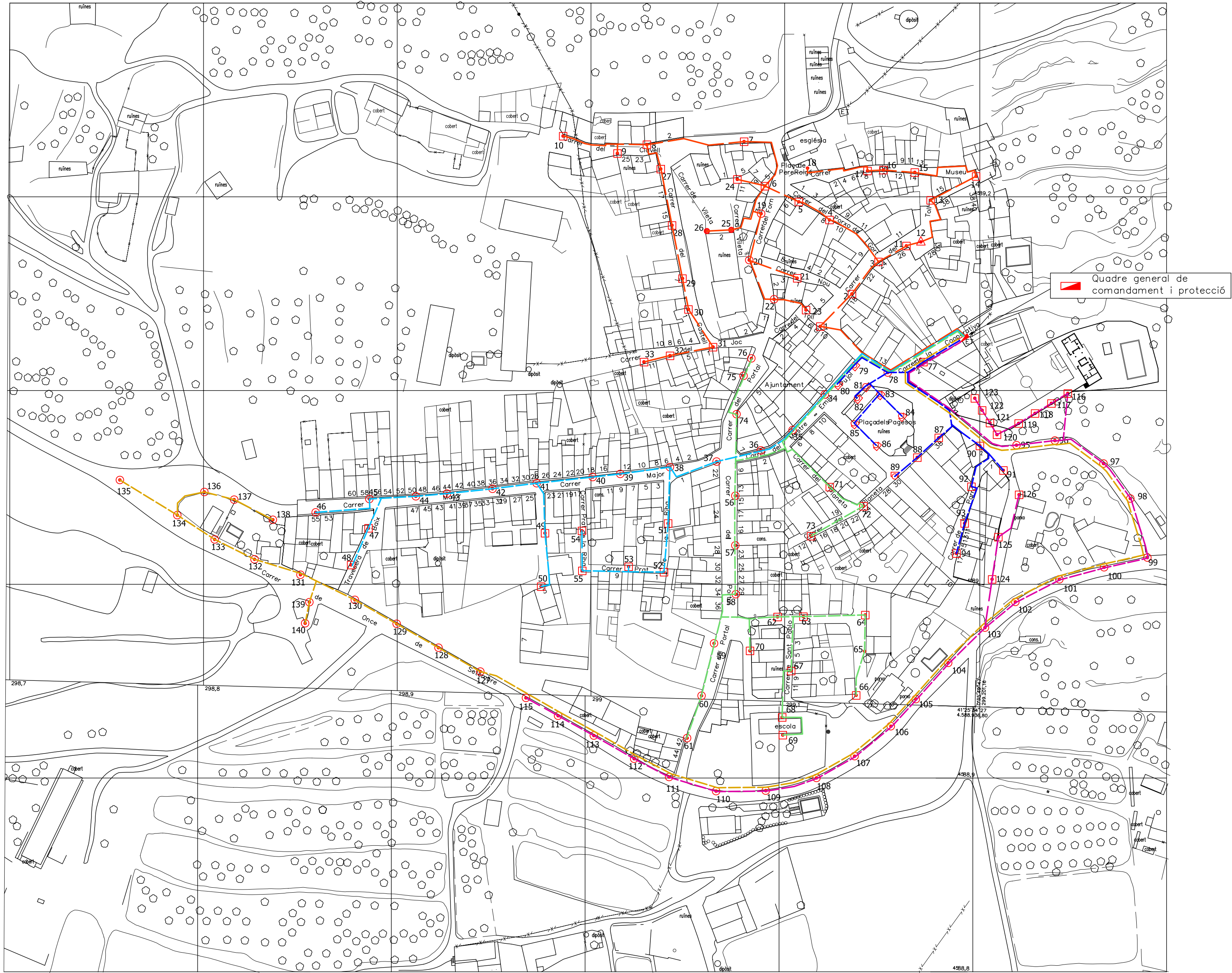
ESCALA:
1/1500



LA DIRECTORA DEL PFC
Alba Cabiscol Teixido

L'ESTUDIANT D'ETIM
Daniel Grau Freixinet

N.PLANOL:
2/6



SORTIDA 1
Casc antic (N° punt 1-33)

SORTIDA 2
C/Major (N° punt 34-55)

SORTIDA 3
Portal-Escoles (N° punt 56-76)



SORTIDA 4
Plaça Pagesos (N° punt 77-94)

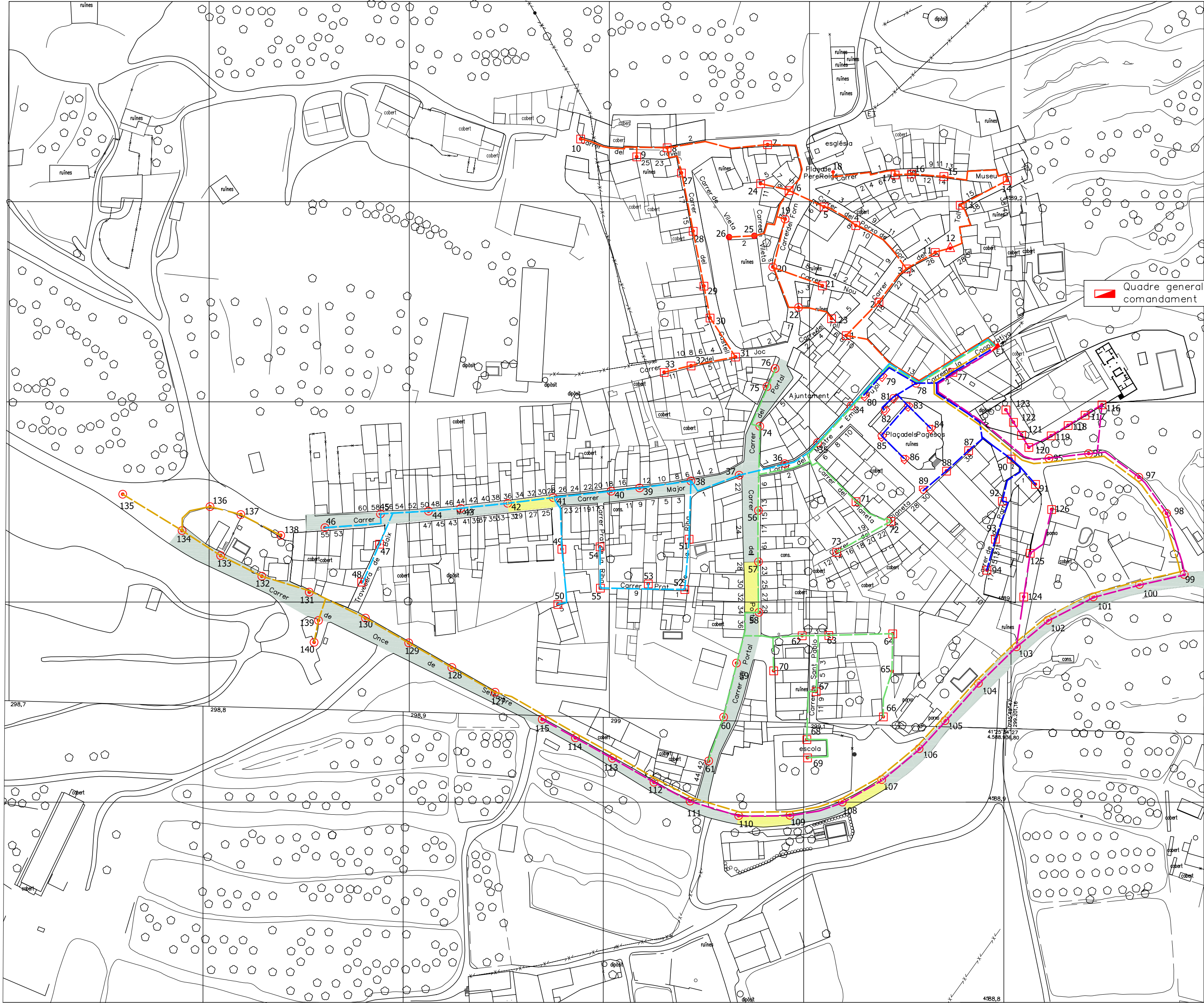
SORTIDA 5
Zona esportiva (N° punt 95-126)

SORTIDA 6
C/Once de setembre (N°Farola 127-140)

LÍNIA 1
LÍNIA 2
LÍNIA 3
LÍNIA 4
LÍNIA 5
LÍNIA 6

FOCO 250W
FAROLA 100W
BÀCUL 150W VSAP
BÀCUL 100W VSAP
FANAL 100W
Q.G.M.P.

PROJECTE PFC: AUDITORIA ENERGÈTICA DE L'ENLLUMENAT PÚBLIC DE TORREBESSES		
PLANOL:		DIBUIXAT:
TRAÇAT DE LES LÍNIES D'ENLLUMENAT D'ENLLUMENAT DE L'ESTAT ACTUAL		Daniel Grau
SITUACIÓ: Torrebesses - Les Garrigues - LLEIDA		COMPROVAT:
		Alba Cabiscol
PROPIETARI: UNIVERSITAT DE LLEIDA –ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR–		ESCALA:
		1/1500
	LA DIRECTORA DEL PFC Alba Cabiscol Teixido	N.PLANOL:
		3/6
	L'ESTUDIANT D'ETIM Daniel Grau Freixinet	



- SORTIDA 1
Casc antic (N° Punt 1–33)
- SORTIDA 2
C/Major (N° punt 34–55)
- SORTIDA 3
Portal–Escoles (N° punt 56–76)
- SORTIDA 4
Plaça Pagesos (N° punt 77–94)
- SORTIDA 5
Zona esportiva (N° punt 95–126)
- SORTIDA 6
C/Once de setembre (N° punt 126–140)

- LINIA 1
LINIA 2
LINIA 3
LINIA 4
LINIA 5
LINIA 6

- FOCO 250W
FAROLA 100W
BÀCUL 150W VSAP
BÀCUL 100W VSAP
FANAL 100W
Q.G.M.P.

- CARRERS AVALUATS
ZONA D'ESTUDI

PROJECTE PFC:
AUDITORIA ENERGÈTICA DE L'ENLLUMENAT PÚBLIC
DE TORREBESSES

Es

PLÀNOL:
AVALUACIÓ I ZONES D'ESTUDI

DIBUIXAT:
Daniel Grau

SITUACIÓ:
Torrebesses – Les Garrigues –
LLEIDA

COMPROVAT:
Alba Cabiscol

PROPIETARI:
UNIVERSITAT DE LLEIDA –ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR–

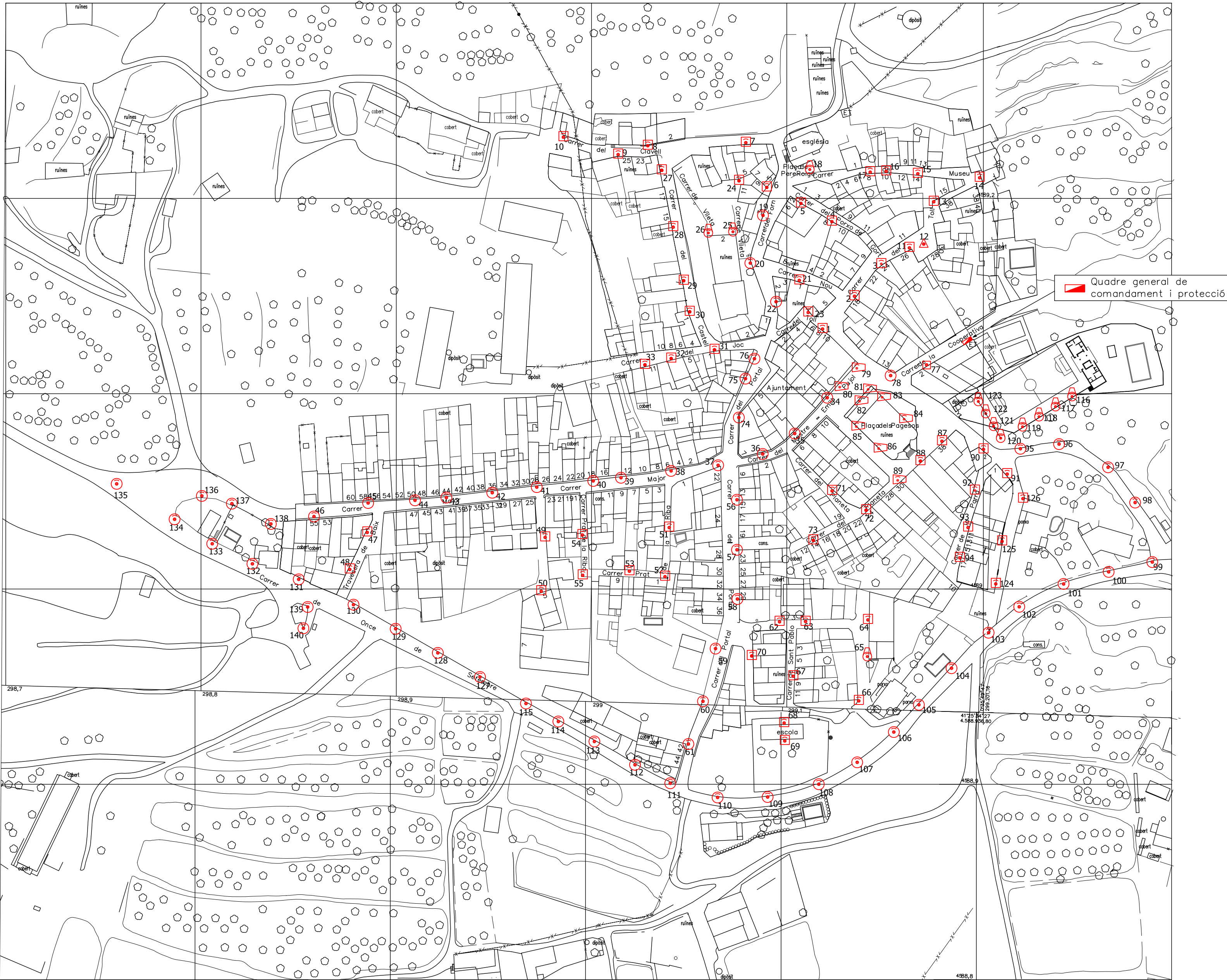
ESCALA:
1/1500



LA DIRECTORA DEL PFC
Alba Cabiscol Teixido



L'ESTUDIANT D'ETIM
Daniel Grau Freixinet

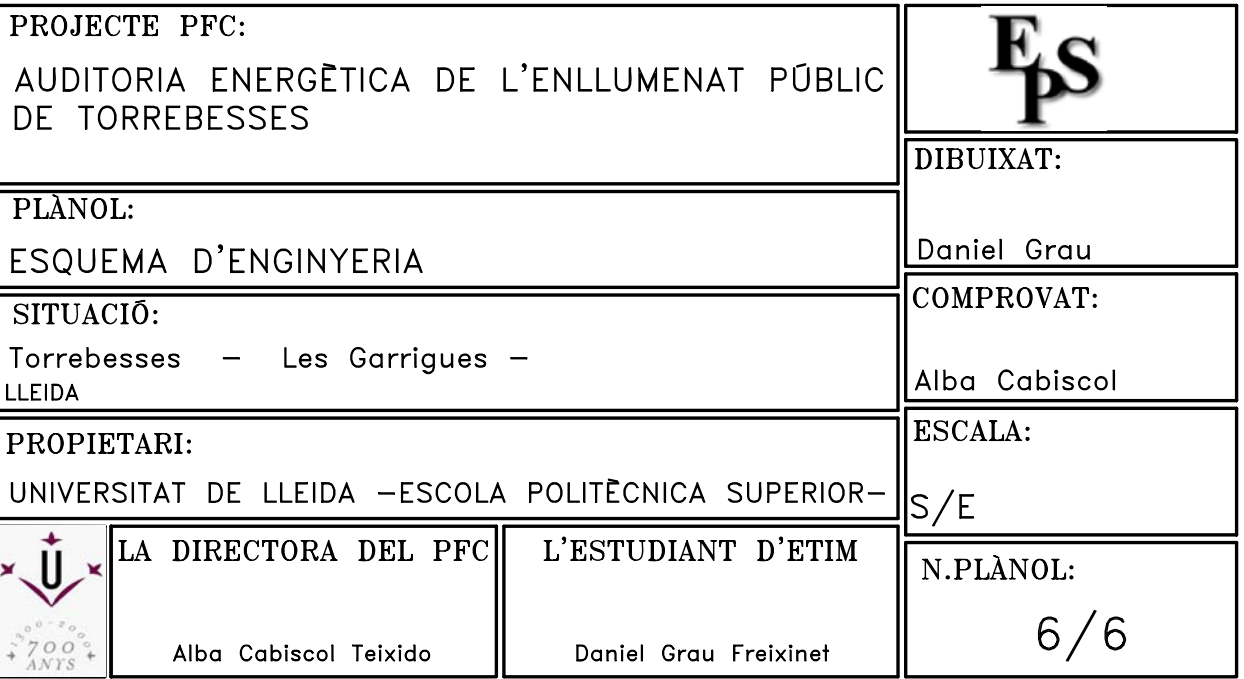
N.PLÀNOL:
4/6



- SORTIDA 1
Casc antic (N° punt 1–33)
- SORTIDA 2
C/Major (N° punt 34–55)
- SORTIDA 3
Portal–Escoles (N° punt 56–76)
- SORTIDA 4
Plaça Pagesos (N° punt 77–94)
- SORTIDA 5
Zona esportiva (N° punt 95–126)
- SORTIDA 6
C/Once de setembre (N° punt 127–140)

- BÀCUL LED 58W
- BÀCUL LED 21W
- FAROLA LED 36W
- ▢ FOCO LED 50W
- ▲ FANAL LED 36W

PROJECTE PFC: AUDITORIA ENERGÈTICA DE L'ENLLUMENAT PÚBLIC DE TORREBESSES		
PLÀNOL: DISTRIBUCIÓ DELS PUNTS DE LLUM DE LA PROPOSTA ADOPTADA		DIBUIXAT: Daniel Grau
SITUACIÓ: Torrebesses – Les Garrigues – LLEIDA		COMPROVAT: Alba Cabiscol
PROPIETARI: UNIVERSITAT DE LLEIDA –ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR–		ESCALA: 1/1500
	LA DIRECTORA DEL PFC Alba Cabiscol Teixido	L'ESTUDIANT D'ETIM Daniel Grau Freixinet
		N.PLÀNOL: 5/6



4. PLEC DE CONDICIONS

ÍNDEX PLEC DE CONDICIONS

4.- PLEC DE CONDICIONS

4.1.- Condicions facultatives	340
4.1.1.- Tècnic director d'obra	340
4.1.2.- Constructor o instal·lador	341
4.1.3.- Verificació dels documents del projecte	341
4.1.4.- Pla de seguretat i salut en el treball	342
4.1.5.- Presència del constructor o instal·lador en l'obra	342
4.1.6.- Treballs no estipulats expressament	342
4.1.7.- Interpretacions, aclariments i modificacions dels documents del projecte	342
4.1.8.- Reclamacions contra les ordenis de la direcció facultativa	343
4.1.9.- Faltes de personal	343
4.1.10.- Camins i accessos	343
4.1.11.- Replanteig	344
4.1.12.- Començament de l'obra. ritme d'execució dels treballs	344
4.1.13.- Ordre dels treballs	344
4.1.14.- Facilitats per a altres contractistes	344
4.1.15.- Ampliació del projecte per causes imprevistes o de força major..	344
4.1.16.- Prorroga per causa de força major	345
4.1.17.- Responsabilitat de la direcció facultativa en el retard de l'obra ...	345
4.1.18.- Condicions generals d'execució dels treballs	345
4.1.19.- Obres ocultes	345
4.1.20.- Treballs defectuosos	345

4.1.21.- Vicis ocults	346
4.1.22.- Dels materials i els aparells. la seva procedència	346
4.1.23.- Materials no utilitzables	346
4.1.24.- Despeses ocasionades per proves i assajos	347
4.1.25.- Neteja d'obres	347
4.1.26.- Documentació final d'obra	347
4.1.27.- Termini de garantia	347
4.1.28.- Conservació de les obres rebudes provisionalment	347
4.1.29.- De la recepció definitiva	347
4.1.30.- Prorroga del termini de garantia	348
4.1.31.- De les recepcions de treballs la contracta dels quals hagi estat rescindida	348
4.2.- Condicions econòmiques	348
4.2.1.- Composició dels preus unitaris	348
4.2.2.- Preu de contracta. import de contracta	349
4.2.3.- Preus contradictoris	349
4.2.4.- Reclamacions d'augment de preus per causes diverses	350
4.2.5.- De la revisió dels preus contractats	350
4.2.6.- Apilament de materials	350
4.2.7.- Responsabilitat del constructor o instal·lador en el baix rendiment dels treballadors	350
4.2.8.- Relacions valorades i certificacions	351
4.2.9.- Millores d'obres lliurement executades	351
4.2.10.- Abonament de treballs pressupostats amb partida alçada	352
4.2.11.- Pagaments	352
4.2.12.- Import de la indemnització amb retard no justificat en el termini de finalització de les obres	352

4.2.13.- Demora dels pagaments	353
4.2.14.- Millores i augments d'obra. casos contraris	353
4.2.15.- Unitats d'obra defectuoses però acceptables	353
4.2.16.- Assegurança de les obres	353
4.2.17.- Conservació de l'obra	354
4.2.18.- Ús pel contractista de l'edifici o béns del propietari	354
4.3.- Condicions tècniques per a l'execució i muntatge d'instal·lacions elèctriques en baixa tensió	355
4.3.1.- Condicions generals	355
4.3.2.- Canalitzacions elèctriques	355
4.3.2.1.- Conductors aïllats sota tubs protectors	356
4.3.2.2.- Conductors aïllats fixats directament sobre les parets	363
4.3.2.3.- Conductors aïllats enterrats	363
4.3.2.4.- Conductors aïllats directament encastats en estructures	364
4.3.2.5.- Conductors aïllats sota canals protectores	364
4.3.2.6.- Normes d'instal·lació en presència d'altres canalitzacions no elèctriques	365
4.3.2.7.- Accessibilitat a les instal·lacions	365
4.3.3.- Conductors	366
4.3.3.1.- Materials	366
4.3.3.2.- Dimensionament	366
4.3.3.3.- Identificació de les instal·lacions	367
4.3.3.4.- Resistència d'aïllament i rigidesa dielèctrica	368
4.3.4.- Caixes d'entroncament	368
4.3.5.- Mecanismes i preses de corrent	369
4.3.6.- Aparells de comandament i protecció	369
4.3.6.1.- Quadres elèctrics	369

4.3.6.2.- Interruptors automàtics	371
4.3.6.3.- Fusibles	371
4.3.6.4.- Interruptors diferencials	372
4.3.6.5.- Seccionadors	373
4.3.7.- Receptors d'enllumenat	373
4.3.8.- Posades a terra	374
4.3.8.1.- Unions a terra	375
4.3.9.- Control	377
4.3.10.- Seguretat	378
4.3.11.- Neteja	379
4.3.12.- Manteniment	379
4.3.13.- Criteris de medició	379

4.- PLEC DE CONDICIONS

4.1.- CONDICIONS FACULTATIVES.

4.1.1.- Tècnic director d'obra.

Correspon al Tècnic Director:

- Redactar els complements o rectificacions del projecte que es precisin.
- Assistir a les obres, quantes vegades ho requereixi la seva naturalesa i complexitat, a fi de resoldre les contingències que es produeixin i impartir les ordres complementàries que siguin precises per aconseguir la correcta solució tècnica.
- Aprovar les certificacions parcials d'obra, la liquidació final i assessorar al promotor en l'acte de la recepció.
- Redactar quan sigui requerit l'estudi dels sistemes adequats als riscos del treball en la realització de l'obra i aprovar el Pla de Seguretat i Salut per a l'aplicació del mateix.
- Efectuar el replanteig de l'obra i preparar l'acta corresponent, subscrivint-la en unió del Constructor o Instal·lador.
- Comprovar les instal·lacions provisionals, mitjans auxiliars i sistemes de seguretat i higiene en el treball, controlant la seva correcta execució.
- Ordenar i dirigir l'execució material conformement al projecte, a les normes tècniques i a les regles de la bona construcció.
- Realitzar o disposar les proves o assajos de materials, instal·lacions i altres unitats d'obra segons les freqüències de mostreig programades en el pla de control, així com efectuar les altres comprovacions que resultin necessàries per assegurar la qualitat constructiva d'acord amb el projecte i la normativa tècnica aplicable. Dels resultats s'informarà puntualment al Constructor o Instal·lador, impartint-li, si escau, les ordres oportunes.
- Realitzar els mesuraments d'obra executada i donar conformitat, segons les relacions establertes, a les certificacions valorades i a la liquidació de l'obra.
- Subscriure el certificat final de l'obra.

4.1.2.- Constructor o instal·lador.

Correspon al Constructor o Instal·lador:

- Organitzar els treballs, redactant els plans d'obres que es precisin i projectant o autoritzant les instal·lacions provisionals i mitjans auxiliars de l'obra.
- Elaborar, quan es requereixi, el Pla de Seguretat i Higiene de l'obra en aplicació de l'estudi corresponent i disposar en tot cas l'execució de les mesures preventives, vetllant pel seu compliment i per l'observança de la normativa vigent en matèria de seguretat i higiene en el treball.
- Subscriure amb el Tècnic Director l'acta del replanteig de l'obra.
- Ostentar la prefectura de tot el personal que intervingui en l'obra i coordinar les intervencions dels subcontractistes.
- Assegurar la idoneïtat de tots i cadascun dels materials i elements constructius que s'utilitzin, comprovant els preparatius en obra i rebutjant els subministraments o prefabricats que no comptin amb les garanties o documents d'idoneïtat requerits per les normes d'aplicació.
- Custodiar el llibre d'ordres i seguiment de l'obra, i donar l'assabenta't a les anotacions que es practiquin en el mateix.
- Facilitar al Tècnic Director amb antelació suficient els materials precisos per al compliment de la seva comesa.
- Preparar les certificacions parcials d'obra i la proposta de liquidació final.
- Subscriure amb el Promotor les actes de recepció provisional i definitiva.
- Concertar les assegurances d'accidents de treball i de danys a tercers durant l'obra.

4.1.3.- Verificació dels documents del projecte

Abans de donar començament a les obres, el Constructor o Instal·lador consignarà per escrit que la documentació aportada li resulta suficient per a la comprensió de la totalitat de l'obra contractada o, en cas contrari, sol·licitarà els aclariments pertinents.

El Contractista se subjectarà a les Lleis, Reglaments i Ordenances vigents, així com a les quals es dictin durant l'execució de l'obra.

4.1.4.- Pla de seguretat i salut en el treball

El Constructor o Instal·lador, a la vista del Projecte, contenint, si escau, l'Estudi de Seguretat i Salut, presentarà el Pla de Seguretat i Salut de l'obra a l'aprovació del Tècnic de la Direcció facultativa.

4.1.5.- Presència del constructor o instal·lador en l'obra

El Constructor o Instal·lador ve obligat a comunicar a la propietat la persona designada com delegat seu en l'obra, que tindrà caràcter de Cap de la mateixa, amb dedicació plena i amb facultats per representar-li i adoptar en tot moment quantes disposicions competeixin a la contracta.

El incompliment d'aquesta obligació o, en general, la falta de qualificació suficient per part del personal segons la naturalesa dels treballs, facultarà al Tècnic per ordenar la paralització de les obres, sense dret a reclamació alguna, fins que s'esmeni la deficiència.

El Cap de l'obra, per si mateix o per mitjà dels seus tècnics encarregats, estarà present durant la jornada legal de treball i acompanyarà al Tècnic Director, en les visites que faci a les obres, posant-se a la seva disposició per a la pràctica dels reconeixements que es considerin necessaris i subministrant-li les dades precises per a la comprovació de mesuraments i liquidacions.

4.1.6.- Treballs no estipulats expressament

És obligació de la contracta l'executar quant sigui necessari per a la bona construcció i aspecte de les obres, encara quan no es trobi expressament determinat en els documents de Projecte, sempre que, sense separar-se del seu esperit i recta interpretació, ho disposi el Tècnic Director dins dels límits de possibilitats que els pressupostos habilitin per a cada unitat d'obra i tipus d'execució.

El Contractista, d'acord amb la Direcció facultativa, lliurarà en l'acte de la recepció provisional, els plànols de totes les instal·lacions executades en l'obra, amb les modificacions o estat definitiu en què hagin quedat.

El Contractista es compromet igualment a lliurar les autoritzacions que preceptivament han d'expedir les Delegacions Provincials d'Indústria, Sanitat, etc., i autoritats locals, per a la posada en servei de les referides instal·lacions. Són també per compte del Contractista, tots els arbitris, llicències municipals, tanques, enllumenat, multes, etc., que ocasionin les obres des del seu inici fins a la seva total terminació.

4.1.7.- Interpretacions, aclariments i modificacions dels documents del projecte

Quan es tracti d'aclarir, interpretar o modificar preceptes dels Plecs de Condicions o indicacions dels plànols o croquis, les ordres i instruccions

corresponents es comunicaran precisament per escrit al Constructor o Instal·lador estant aquest obligat al seu torn a retornar els originals o les còpies subscriuint amb la seva signatura l'assabenta't, que figurarà al peu de totes les ordres, avisos o instruccions que rebi del Tècnic Director.

Qualsevol reclamació que en contra de les disposicions preses per aquests crea oportú fer el Constructor o Instal·lador, haurà de dirigir-la, dins precisament del termini de tres dies, a qui l'hagués dictat, el qual donarà al Constructor o Instal·lador, el corresponent rebut, si aquest el sol·licités. El Constructor o Instal·lador podrà requerir del Tècnic Director, segons les seves respectives comeses, les instruccions o aclariments que es precisin per a la correcta interpretació i execució del projectat.

4.1.8.- Reclamacions contra les ordenis de la direcció facultativa

Les reclamacions que el Contractista vulgui fer contra les ordres o instruccions demandes de la Direcció facultativa, només podrà presentar-les davant la Propietat, si són d'ordre econòmic i d'acord amb les condicions estipulades en els Plecs de Condicions corresponents. Contra disposicions d'ordre tècnic, no s'admetrà reclamació alguna, podent el Contractista salvar la seva responsabilitat, si ho estima oportú, mitjançant exposició raonada dirigida al Tècnic Director, el qual podrà limitar la seva contestació al justificant de recepció, que en tot cas serà obligatòria per a aquest tipus de reclamacions.

4.1.9.- Faltes de personal

El Tècnic Director, en supòsits de desobediència a les seves instruccions, manifesta incompetència o negligència greu que comprometin o pertorbin la marxa dels treballs, podrà requerir al Contractista perquè a part de l'obra als dependents o operaris causants de la pertorbació.

El Contractista podrà subcontractar capítols o unitats d'obra a altres contractistes i industrials, amb subjecció si escau, a l'estipulat en el Plec de Condicions Particulars i sense perjudici de les seves obligacions com a Contractista general de l'obra.

4.1.10.- Camins i accessos

El Constructor disposarà pel seu compte els accessos a l'obra i el tancament d'aquesta.

El Tècnic Director podrà exigir la seva modificació o millora.

Així mateix el Constructor o Instal·lador s'obligarà a la col·locació en lloc visible, a l'entrada de l'obra, d'un cartell exempt de panell metàl·lic sobre estructura auxiliar on es reflectiran les dades de l'obra en relació al títol de la mateixa, entitat promotora i noms dels tècnics competents, el disseny dels quals haurà de ser aprovat prèviament a la seva col·locació per la Direcció facultativa.

4.1.11.- Replanteig

El Constructor o Instal·lador iniciarà les obres amb el replanteig de les mateixes en el terreny, assenyalant les referències principals que mantindrà com a base d'ulteriors replantejos parcials. Aquests treballs es consideraran a càrrec del Contractista i inclosos en la seva oferta.

El Constructor sotmetrà el replanteig a l'aprovació del Tècnic Director i una vegada aquest hagi donat la seva conformitat prepararà un acta acompanyada d'un plànol que haurà de ser aprovada pel Tècnic, sent responsabilitat del Constructor l'omissió d'aquest tràmit.

4.1.12.- Començament de l'obra. Ritme d'execució dels treballs

El Constructor o Instal·lador donarà començament a les obres en el termini marcat en el Plec de Condicions Particulars, desenvolupant-les en la forma necessària perquè dins dels períodes parcials en aquell assenyalats quedin executats els treballs corresponents i, en conseqüència, l'execució total es porti a efecte dins del termini exigint en el Contracte.

Obligatòriament i per escrit, deurà el Contractista adonar al Tècnic Director del començament dels treballs almenys amb tres dies d'antelació.

4.1.13.- Ordre dels treballs

En general, la determinació de l'ordre dels treballs és facultat de la contracta, excepte aquells casos en els quals, per circumstàncies d'ordre tècnic, estimi convenient la seva variació la Direcció facultativa.

4.1.14.- Facilitats per a altres contractistes

D'acord amb el que requereixi la Direcció facultativa, el Contractista General haurà de donar totes les facilitats raonables per a la realització dels treballs que li siguin encomanats a tots els altres Contractistes que intervinguin en l'obra. Això sense perjudici de les compensacions econòmiques al fet que pertoqui entre Contractistes per utilització de mitjans auxiliars o subministraments d'energia o altres conceptes.

En cas de litigi, tots dos Contractistes estaran al que resolgui la Direcció facultativa.

4.1.15.- Ampliació del projecte per causes imprevistes o de força major

Quan calgui per motiu imprevist o per qualsevol accident, ampliar el Projecte, no s'interrompran els treballs, continuant segons les instruccions donades pel Tècnic Director en tant es formula o es tramita el Projecte Reformat.

El Constructor o Instal·lador està obligat a realitzar amb el seu personal i els seus materials quant l'Adreça de les obres disposi per a fitacions,

apuntaments, enderrocaments, recalço o qualsevol altra obra de caràcter urgent.

4.1.16.- Prorroga per causa de força major

Si per causa de força major o independent de la voluntat del Constructor o Instal·lador, aquest no pogués començar les obres, o hagués de suspendre-les, o no li fos possible acabar-les en els terminis prefixats, se li atorgarà una pròrroga proporcionada per al compliment de la contracta, previ informe favorable del Tècnic. Per a això, el Constructor o instal·lador exposarà, en escrit dirigit al Tècnic, la causa que impedeix l'execució o la marxa dels treballs i el retard que per això s'originaria en els terminis acordats, raonant degudament la pròrroga que per aquesta causa sol·licita.

4.1.17.- Responsabilitat de la direcció facultativa en el retard de l'obra

El Contractista no podrà excusar-se de no haver complert els terminis d'obra estipulats, al·legant com a causa la manca de plànols o ordres de la Direcció facultativa, a excepció del cas en què havent-ho sol·licitat per escrit no se li haguessin proporcionat.

4.1.18.- Condicions generals d'execució dels treballs

Tots els treballs s'executaran amb estricta subjecció al Projecte, a les modificacions del mateix que prèviament hagin estat aprovades i a les ordres i instruccions que sota la seva responsabilitat i per escrit lliuri el Tècnic al Constructor o Instal·lador, dins de les limitacions pressupostàries.

4.1.19.- Obres ocultes

De tots els treballs i unitats d'obra que hagin de quedar ocults a la terminació de l'edifici, s'aixecaran els plànols precisos perquè quedin perfectament definits; aquests documents s'estendran per triplicat, sent lliurats: un, al Tècnic; un altre a la Propietat; i el tercer, al Contractista, signats tots ells pels tres. Dites planes, que hauran d'anar suficientment fitats, es consideraran documents indispensables i irrecusables per efectuar els mesuraments.

4.1.20.- Treballs defectuosos

El Constructor ha d'emprar els materials que compleixin les condicions exigides en les "Condicions Generals i Particulars d'índole Tècnic" del Plec de Condicions i realitzarà tots i cadascun dels treballs contractats d'acord amb l'especificat també en aquest document.

Per això, i fins que tingui lloc la recepció definitiva de l'edifici és responsable de l'execució dels treballs que ha contractat i de les faltes i defectes que en aquests puguin existir per la seva mala gestió o per la deficient qualitat dels materials emprats o aparells col·locats, sense que li eximeixi de responsabilitat el control que competeix al Tècnic, ni tampoc el fet que els treballs hagin estat

valorats en les certificacions parcials d'obra, que sempre seran esteses i abonades a bon compte.

Com a conseqüència del expressat anteriorment , quan el Tècnic Director adverteixi vicis o defectes en els treballs citats, o que els materials emprats o els aparells col·locats no reuneixen les condicions preceptives, ja sigui en el curs de l'execució dels treballs, o finalitzats aquests, i per verificar la recepció definitiva de l'obra, podrà disposar que les parts defectuoses demolides i reconstruïdes d'acord amb el contractat, i tot això a costa de la contracta. Si aquesta no estimés justa la decisió i es negués a la demolició i reconstrucció o ambdues, es plantejarà la qüestió davant la Propietat, qui resoldrà.

4.1.21.- Vicis ocults

Si el Tècnic tingués fundades raons per creure en l'existència de vicis ocults de construcció en les obres executades, ordenarà efectuar en qualsevol temps, i abans de la recepció definitiva, els assajos, destructius o no, que crea necessaris per reconèixer els treballs que suposi defectuosos.

Les despeses que s'observin seran de compte del Constructor o Instal·lador, sempre que els vicis existeixin realment.

4.1.22.- Dels materials i els aparells. La seva procedència

El Constructor té llibertat de proveir-se dels materials i aparells de totes classes en els punts que li sembli convenient, excepte en els casos en què el Plec Particular de Condicions Tècniques preceptua una procedència determinada.

Obligatòriament, i per procedir a la seva ocupació o apilament, el Constructor o Instal·lador haurà de presentar al Tècnic una llista completa dels materials i aparells que vagi a utilitzar en la qual s'indiquin totes les indicacions sobre marques, qualitats, procedència i idoneïtat de cadascun d'ells.

4.1.23.- Materials no utilitzables

El Constructor o Instal·lador, a la seva costa, transportarà i col·locarà, agrupant-los ordenadament i en el lloc adequat, els materials procedents de les excavacions, enderrocaments, etc., que no siguin utilitzables en l'obra.

Es retiraran d'aquesta o es portaran a l'abocador, quan així estigués establert en el Plec de Condicions particulars vigent en l'obra.

Si no s'hi hagués preceptuat res sobre el particular, es retiraran d'ella quan així ho ordeni el Tècnic.

4.1.24.- Despeses ocasionades per proves i assajos

Totes les despeses originades per les proves i assajos de materials o elements que intervinguin en l'execució de les obres, seran de compte de la contracta.

Tot assaig que no hagi resultat satisfactori o que no ofereixi les suficients garanties podrà començar-se de nou a càrrec del mateix.

4.1.25.- Neteja d'obres

És obligació del Constructor o Instal·lador mantenir netes les obres i els seus voltants, tant d'enderrocs com de materials sobrants, fer desaparèixer les instal·lacions provisionals que no siguin necessàries, així com adoptar les mesures i executar tots els treballs que siguin necessaris perquè l'obra ofereixi un bon aspecte.

4.1.26.- Documentació final d'obra

El Tècnic Director facilitarà a la Propietat la documentació final de les obres, amb les especificacions i contingut disposat per la legislació vigent.

4.1.27.- Termini de garantia

El termini de garantia serà de dotze mesos, i durant aquest període el Contractista corregirà els defectes observats, eliminarà les obres rebutjades i repararà les avaries que per aquesta causa es produïssin, tot això pel seu compte i sense dret a indemnització alguna, executant-se en cas de resistència aquestes obres per la Propietat amb càrrec a la fiança.

El Contractista garanteix a la Propietat contra tota reclamació de tercera persona, derivada del incompliment de les seves obligacions econòmiques o disposicions legals relacionades amb l'obra.

Després de la Recepció Definitiva de l'obra, el Contractista quedarà rellevat de tota responsabilitat excepte en el referent als vicis ocults de la construcció.

4.1.28.- Conservació de les obres rebudes provisionalment

Les despeses de conservació durant el termini de garantia comprès entre les recepcions provisionals i definitiva, seran a càrrec del Contractista.

Per tant, el Contractista durant el termini de garantia serà el conservador de l'edifici, on tindrà el personal suficient per atendre a totes les avaries i reparacions que puguin presentar-se, encara que l'establiment anés ocupat o utilitzat per la propietat, abans de la Recepció Definitiva.

4.1.29.- De la recepció definitiva

La recepció definitiva es verificarà després de transcorregut el termini de garantia en igual forma i amb les mateixes formalitats que la provisional, a partir

de la data de la qual cessarà l'obligació del Constructor o Instal·lador de reparar al seu càrrec aquells desperfectes inherents a la norma de conservació dels edificis i quedaran només subsistents totes les responsabilitats que poguessin aconseguir-li per vicis de la construcció.

4.1.30.- Prorroga del termini de garantia

Si en procedir al reconeixement per a la recepció definitiva de l'obra, no es trobés aquesta en les condicions degudes, s'ajornarà aquesta recepció definitiva i el Tècnic Director marcarà al Constructor o Instal·lador els terminis i formes en què hauran de realitzar-se les obres necessàries i, de no efectuar-se dins d'aquells, podrà resoldre's el contracte amb pèrdua de la fiança.

4.1.31.- De les recepcions de treballs la contracta dels quals hagi estat rescindida

En el cas de resolució del contracte, el Contractista vindrà obligat a retirar, en el termini que es fixi en el Plec de Condicions Particulars, la maquinaria, mitjans auxiliars, instal·lacions, etc., a resoldre els subcontractes que tingués concertats i a deixar l'obra en condicions de ser represes per una altra empresa.

4.2.-CONDICIONS ECONÒMIQUES

4.2.1.- Composició dels preus unitaris

El càlcul dels preus de les diferents unitats de l'obra és el resultat de sumar els costos directes, els indirectes, les despeses generals i el benefici industrial.

Es consideraran costos directes:

- a) La mà d'obra, amb els seus plusos, càrregues i assegurances socials, que intervenen directament en l'execució de la unitat d'obra.
- b) Els materials, als preus resultants a peu de l'obra, que quedin integrats en la unitat que es tracti o que siguin necessaris per a la seva execució.
- c) Els equips i sistemes tècnics de la seguretat i higiene per a la prevenció i protecció d'accidents i malalties professionals.
- d) Les despeses de personal, combustible, energia, etc., que tingui lloc per accionament o funcionament de la maquinaria i instal·lacions utilitzades en l'execució de la unitat d'obres.
- e) Les despeses d'amortització i conservació de la maquinària, instal·lacions, sistemes i equips anteriorment citats.

Es consideraran costos indirectes:

- Les despeses d'instal·lació d'oficines a peu d'obra, comunicacions, edificació de magatzems, tallers, pavellons temporals per a obrers, laboratoris, assegurances, etc., els de el personal tècnic i administratiu adscrit exclusivament a l'obra i els imprevists. Tots això despeses, es xifrarán en un percentatge dels costos directes.

Es consideraran Despeses Generals:

- *Benefici Industrial:* El Benefici Industrial del Contractista s'estableix en el 6 per 100 sobre la suma de les anteriors partides.
- *Preu d'Execució Material:* Es denominarà Preu d'Execució Material al resultat obtingut per la suma dels anteriors conceptes a excepció del Benefici Industrial i les despeses generals.
- *Preu de Contracta:* El preu de Contracta és la suma dels costos directes, els indirectes, les Despeses Generals i el Benefici Industrial.
- L'IVA gira sobre aquesta summa però no integra el preu.

4.2.2.- Preu de contracta. import de contracta

En el cas que els treballs a realitzar en un edifici o obra annexa qualsevol es contractessin a risc i ventura, s'entén per Preu de Contracta el que importa el cost total de la unitat d'obra, és a dir, el preu d'Execució material, més el tant per cent (%) sobre aquest últim preu en concepte de Despeses Generals i Benefici Industrial del Contractista. Les Despeses Generals s'estimen normalment en un 13% i el benefici s'estima normalment en 6 per 100, tret que en les condicions particulars s'estableixi una altra destinació.

4.2.3.- Preus contradictoris

Es produiran preus contradictoris només quan la Propietat per mitjà del Tècnic decideixi introduir unitats o canvis de qualitat en alguna de les previstes, o quan sigui necessari afrontar alguna circumstància imprevista.

El Contractista estarà obligat a efectuar els canvis.

Mancant acord, el preu es resoldrà contradictòriament entre el Tècnic i el Contractista abans de començar l'execució dels treballs i en el termini que determina el Plec de Condicions Particulars. Si subsistís la diferència s'acudirà en primer lloc, al concepte més anàleg dins del quadre de preus del projecte, i en segon lloc, al banc de preus d'ús més freqüent en la localitat.

Els contradictoris que hi hagués es referiran sempre als preus unitaris de la data del contracte.

4.2.4.- Reclamacions d'augment de preus per causes diverses

Si el Contractista, abans de la signatura del contracte, no hagués fet la reclamació o observació oportuna, no podrà sota cap pretext d'error o omisió reclamar augment dels preus fixats en el quadre corresponent del pressupost que serveixi de base per a l'execució de les obres (amb referència a Facultatives).

4.2.5.- De la revisió dels preus contractats

Contractant-se les obres a risc i ventura, no s'admetrà la revisió dels preus mentre que el increment no abasti en la suma de les unitats que faltin per realitzar d'acord amb el Calendari, un muntant superior al cinc per cent (5 per 100) del import total del pressupost de Contracte.

Cas de produir-se variacions en alça superiors a aquest percentatge, s'efectuarà la corresponent revisió d'acord amb la fórmula establerta en el Plec de Condicions Particulars, percebent el Contractista la diferència en més que resulti per la variació de l'IPC superior al 5 per 100.

No hi haurà revisió de preus de les unitats que puguin quedar fora dels terminis fixats en el Calendari de l'oferta.

4.2.6.- Apilament de materials

El Contractista queda obligat a executar els apilaments de materials o aparells d'obra que la Propietat ordena per escrit.

Els materials apilats, una vegada abonats pel Propietari són, de l'exclusiva propietat d'aquest; del seu guarda i conservació serà responsable el Contractista.

4.2.7.- Responsabilitat del constructor o instal·lador en el baix rendiment dels treballadors

Si dels parts mensuals d'obra executada que preceptivament ha de presentar el Constructor al Tècnic Director, aquest advertís que els rendiments de la mà d'obra, en totes o en algunes de les unitats d'obra executada, anessin notòriament inferiors als rendiments normals generalment admesos per a unitats d'obra iguals o similars, l'hi notificarà per escrit al Constructor o Instal·lador, amb la finalitat de que aquest faci les gestions precises per augmentar la producció en la quantia assenyalada pel Tècnic Director.

Si feta aquesta notificació al Constructor o Instal·lador, en els mesos successius, els rendiments no arribessin als normals, el Propietari queda facultat per rescabalar-se de la diferència, rebaixant el seu import del quinze per cent (15 per 100) que pels conceptes abans expressats correspondria abonar-li al Constructor en les liquidacions quinzenals que preceptivament han

d'efectuar-se-li. En cas de no arribar ambdues parts a un acord quant als rendiments de la mà d'obra, se sotmetrà el cas a arbitratge.

4.2.8.- Relacions valorades i certificacions

En cadascuna de les èpoques o dates que es fixin en el contracte o en els "Plecs de Condicions Particulars" que regeixin en l'obra, formarà el Contractista una relació valorada de les obres executades durant els terminis previstos, segons el mesurament que haurà practicat el Tècnic.

El executat pel Contractista en les condicions preestablertes, es valorarà aplicant el resultat del mesurament general, cúbica, superficial, lineal, *ponderal o numeral corresponent a cada unitat de l'obra i als preus assenyalats al pressupost per a cadascuna d'elles, tenint present a més el establert en el present "Plego General de Condicions Econòmiques", respecte a millores o substitucions de material i a les obres accessòries i especials, etc.

Al Contractista, que podrà presenciar els mesuraments necessaris per estendre aquesta relació, se li facilitaran pel Tècnic les dades corresponents de la relació valorada, acompanyant-los d'una nota d'enviament, a fi de que, dins del termini de deu (10) dies a partir de la data de rebut d'aquesta nota, pugui el Contractista examinar-los o retornar-los signats amb la seva conformitat o fer, en cas contrari, les observacions o reclamacions que consideri oportunes. Dins dels deu (10) dies següents al seu rebut, el Tècnic Director acceptarà o rebutjarà les reclamacions del Contractista si les hi hagués, adonant al mateix de la seva resolució, podent aquest, en el segon cas, acudir davant el Propietari contra la resolució del Tècnic Director en la forma previnguda dels "Plecs Generals de Condicions Facultatives i Legals".

Prenent com a base la relació valorada indicada en el paràgraf anterior, expedirà el Tècnic Director la certificació de les obres executades.

Del seu import es deduirà el tant per cent que per a la constitució de la fiança s'hagi preestablert.

Les certificacions es remetran al Propietari, dins del mes següent al període al fet que es refereixen, i tindran el caràcter de document i lliuraments a bon compte, subjectes a les rectificacions i variacions que es derivin de la liquidació final, no suposant tampoc aquestes certificacions aprovació ni recepció de les obres que comprenen.

Les relacions valorades contindran solament l'obra executada en el termini al fet que la valoració es refereix.

4.2.9.- Millores d'obres lliurement executades

Quan el Contractista, fins i tot amb autorització del Tècnic Director, emprés materials de més acurada preparació o de major grandària que l'assenyalat en el Projecte o substituís una classe de fàbrica amb una altra que tingués

assignat major preu, o executés amb majors dimensions qualsevol part de l'obra, o, en general, introduís en aquesta i sense demanar-la-hi, qualsevol una altra modificació que sigui beneficiosa segons el parer del Tècnic Director, no tindrà dret, no obstant això, més que a l'abonament del que pogués correspondre-li en el cas que hagués construït l'obra amb estricta subjecció a la projectada i contractada o adjudicada.

4.2.10.- Abonament de treballs pressupostats amb partida alçada

Excepte el preceptuat en el "Plec de Condicions Particulars d'índole econòmica", vigent en l'obra, l'abonament dels treballs pressupostats en partida alçada, s'efectuarà d'acord amb el procediment que correspongui entre els quals a continuació s'expressen:

- a) Si existeixen preus contractats per a unitats d'obra iguals, les pressupostades mitjançant partida alçada, s'abonaran previ mesurament i aplicació del preu establert.
- b) Si existeixen preus contractats per a unitats d'obra similars, s'establiran preus contradictoris per a les unitats amb partida alçada, deduïts dels similars contractats.
- c) Si no existeixen preus contractats per a unitats d'obra iguals o similars, la partida alçada s'abonarà íntegrament al Contractista, excepte el cas que al Pressupost de l'obra s'expressi que el import d'aquesta partida ha de justificar-se, en aquest cas, el Tècnic Director indicarà al Contractista i amb anterioritat a la seva execució, el procediment que ha de seguir-se per portar aquest compte, que en realitat serà d'Administració, valorant-se els materials i jornals als preus que figurin al Pressupost aprovat o, en defecte d'això, als quals amb anterioritat a l'execució convinguin les dues parts, incrementant-se el seu import total amb el percentatge que es fixi en el Plec de Condicions Particulars en concepte de Despeses Generals i Benefici Industrial del Contractista.

4.2.11.- Pagaments

Els pagaments s'efectuaran pel Propietari en els terminis prèviament establerts, i el seu import, correspondrà precisament al de les certificacions d'obra conformades pel Tècnic Director, en virtut de les quals es verifiquen aquells.

4.2.12.- Import de la indemnització amb retard no justificat en el termini de finalització de les obres

La indemnització per retard en la terminació s'establirà en una miqueta per mil del import total dels treballs contractats, per cada dia natural de retard, explicats a partir del dia de terminació fixat en el Calendari d'Obra.

Les sumes resultants es descomptaran i retindran amb càrrec a la fiança.

4.2.13.- Demora dels pagaments

Es rebutjarà tota sol·licitud de resolució del contracte fundada en aquesta demora de Pagaments, quan el Contractista no justifiqui en la data el pressupost corresponent al termini d'execució que tingui assenyalat en el contracte.

4.2.14.- Millores i augments d'obra. casos contraris

No s'admetran millores d'obra, més que en el cas en què el Tècnic Director hagi ordenat per escrit l'execució de treballs nous o que millorin la qualitat dels contractats, així com la dels materials i aparells previstos en el contracte. Tampoc s'admetran augments d'obra en les unitats contractades, excepte cas d'error en els mesuraments del Projecte, tret que el Tècnic Director ordeni, també per escrit, l'ampliació de les contractades.

En tots aquests casos serà condició indispensable que ambdues parts contractants, abans de la seva execució o ocupació, convinguin per escrit els imports totals de les unitats millorades, els preus dels nous materials o aparells ordenats emprar i els augments que totes aquestes millores o augments d'obra suposin sobre el import de les unitats contractades.

Se seguiran el mateix criteri i procediment, quan el Tècnic Director introdueixi innovacions que suposin una reducció apreciable en els imports de les unitats d'obra contractades.

4.2.15.- Unitats d'obra defectuoses però acceptables

Quan per qualsevol causa fos menester valorar obra defectuosa, però acceptable segons el parer del Tècnic Director de les obres, aquest determinarà el preu o partida d'abonament després de sentir al Contractista, el qual haurà de conformar-se amb aquesta resolució, excepte el cas en què, estant dins del termini d'execució, prefereixi demolir l'obra i refer-la conformement a condicions, sense excedir d'aquest termini.

4.2.16.- Assegurança de les obres

El Contractista estarà obligat a assegurar l'obra contractada durant tot el temps que duri la seva execució fins a la recepció definitiva; la quantia del segur coincidirà a cada moment amb el valor que tinguin per contracta els objectes assegurats. El import abonat per la Societat Asseguradora, en el cas de sinistre, s'ingressarà en compte a nom del Propietari, perquè amb càrrec a ella s'aboni l'obra que es construeix i a mesura que aquesta es vagi realitzant. El reintegrament d'aquesta quantitat al Contractista s'efectuarà per certificacions, com la resta dels treballs de la construcció. En cap cas, excepte conformitat expressa del Contractista, fet en document públic, el Propietari podrà disposar d'aquest import per a menesters diferents del de reconstrucció de la part sinistrada; la infracció del anteriorment exposat serà motiu suficient perquè el Contractista pugui resoldre el contracte, amb devolució de fiança, abonament

complet de despeses, materials apilats, etc.; i una indemnització equivalent al import dels danys causats al Contractista pel sinistre i que no s'haguessin abonats, però només en proporció equivalent al que suposi la indemnització abonada per la Companyia Asseguradora, respecte al import dels danys causats pel sinistre, que seran taxats a aquests efectes pel Tècnic Director.

En les obres de reforma o reparació, es fixaran prèviament la porció d'edifici que ha de ser assegurada i la seva quantia, i si gens es preveu, s'entendrà que el segur ha de comprendre tota la part de l'edifici afectada per l'obra.

Els riscos assegurats i les condicions que figurin en la pòlissa o pòlisses d'Assegurances, els posarà el Contractista, abans de contractar-los en coneixement del Propietari, a fi de recaptar d'aquest la seva prèvia conformitat o objeccions.

4.2.17.- Conservació de l'obra

Si el Contractista, sent la seva obligació, no atén a la conservació de les obres durant el termini de garantia, en el cas que l'edifici no hagi estat ocupat pel Propietari abans de la recepció definitiva, el Tècnic Director en representació del Propietari, podrà disposar tot el que calgui perquè s'atengui a la guarderia, neteja i tot el que anés menester per a la seva bona conservació abonant-se tot això per compte de la Contracta.

En abandonar el Contractista l'edifici, tant per bona terminació de les obres, com en el cas de resolució del contracte, està obligat a deixar-ho desocupat i net en el termini que el Tècnic Director fixi.

Després de la recepció provisional de l'edifici i en el cas que la conservació de l'edifici sigui a càrrec del Contractista, no haurà d'haver-hi en ell més eines, útils, materials, mobles, etc., que els indispensables per a la seva guarderia i neteja i per als treballs que calgués executar.

En tot cas, ocupat o no l'edifici està obligat el Contractista a revisar l'obra, durant el termini expressat, procedint en la forma prevista en el present "Plego de Condicions Econòmiques".

4.2.18.- Ús pel contractista de l'edifici o béns del propietari

Quan durant l'execució de les obres ocupi el Contractista, amb la necessària i prèvia autorització del Propietari, edificis o faci ús de materials o útils pertanyents al mateix, tindrà obligació de reparar-los i conservar-los per fer lliurament d'ells a la terminació del contracte, en perfecte estat de conservació reposant els que s'haguessin inutilitzat, sense dret a indemnització per aquesta reposició ni per les millores fetes als edificis, propietats o materials que hagi utilitzat.

En el cas que en acabar el contracte i fer lliurament del material propietats o edificacions, no hagués complert el Contractista amb el previst en el paràgraf anterior, ho realitzarà el Propietari a costa d'aquell i amb càrrec a la fiança.

4.3.- CONDICIONS TÈCNIQUES PER A L'EXECUCIÓ I MUNTATGE D'INSTAL·LACIONS ELÈCTRIQUES EN BAIXA TENSIÓ

4.3.1.- Condicions generals

Tots els materials a emprar en la present instal·lació seran de primera qualitat i reuniran les condicions exigides en el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió i altres disposicions vigents referents a materials i prototips de construcció.

Tots els materials podran ser sotmesos a les anàlisis o proves, per compte de la contracta, que es creen necessaris per acreditar la seva qualitat. Qualsevol un altre que hagi estat especificat i sigui necessari emprar haurà de ser aprovat per l'Adreça Tècnica, ben entenent que serà rebutjat el que no reuneixi les condicions exigides per la bona pràctica de la instal·lació.

Els materials no consignats en projecte que donessin lloc a preus contradictoris reuniran les condicions de bondat necessàries, segons el parer de la Direcció facultativa, no tenint el contractista dret a reclamació alguna per aquestes condicions exigides.

Tots els treballs inclosos en el present projecte s'executaran acuradament, conformement a les bones pràctiques de les instal·lacions elèctriques, d'acord amb el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió, i complint estrictament les instruccions rebudes per la Direcció facultativa, no podent, per tant, servir de pretext al contractista la baixa en subhasta, per variar aquesta acurada execució ni la qualitat de les instal·lacions projectades quant als seus materials i mà d'obra, ni pretendre projectes addicionals.

4.3.2.- Canalitzacions elèctriques

Els cables es col·locaran dins de tubs o canals, fixats directament sobre les parets, enterrats, directament encastrats en estructures, a l'interior de buits de la construcció, sota motllures, en safata o suport de safata, segons s'indica en Memòria, Plànols i Mesuraments.

Abans d'iniciar l'estesa de la xarxa de distribució, hauran d'estar executats els elements estructurals que hagin de suportar-la.

4.3.2.1.- Conductors aïllats sota tubs protectors

Els tubs protectors poden ser:

- Tub i accessoris metàl·lics.
- Tub i accessoris no metàl·lics.
- Tub i accessoris compostos (constituïts per materials metàl·lics i no metàl·lics).

Els tubs es classifiquen segons el que es disposa en les normes següents:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemes de tubs rígids.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemes de tubs corbs.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemes de tubs flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemes de tubs enterrats.

Les característiques de protecció de la unió entre el tub i els seus accessoris no han de ser inferiors als declarats per al sistema de tubs.

La superfície interior dels tubs no haurà de presentar en cap punt arestes, asprors o fissures susceptibles de danyar els conductors o cables aïllats o de causar ferides a instal·ladors o usuaris.

Les dimensions dels tubs no soterrats i amb unió caragolada utilitzats en les instal·lacions elèctriques són les que es prescriuen en la UNE-EN 60.423. Per als tubs enterrats, les dimensions es corresponen amb les indicades en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Per a la resta dels tubs, les dimensions seran les establertes en la norma corresponent de les citades anteriorment. La denominació es realitzarà en funció del diàmetre exterior.

El diàmetre interior mínim haurà de ser declarat pel fabricant.

Quant a la resistència a l'efecte del foc considerats en la norma particular per a cada tipus de tub, se seguirà el establert per l'aplicació de la Directiva de Productes de la Construcció (89/106/CEE).

➤ Tubs en canalitzacions fixes en superfície.

En les canalitzacions superficials, els tubs hauran de ser preferentment rígids i en casos especials es podran utilitzar tubs corbs. Les seves característiques mínimes seran les indicades a continuació:

Característica Codi Grau:

- Resistència a la compressió 4. Forta.

- Resistència al impacte 3. Mitja.
- Temperatura mínima d'instal·lació i servei 2 - 5°C
- Temperatura màxima d'instal·lació i servei 1 + 60°C
- Resistència al corbat 1-2 Rígid/corb
- Propietats elèctriques 1-2 Continuitat elèctrica/aïllant
- Resistència a la penetració d'objectes sòlids 4 Contra objectes D \geq 1 mm
- Resistència a la penetració de l'aigua 2 Contra gotes d'aigua caient verticalment quan el sistema de tubs està inclinat 15 °
- Resistència a la corrosió de tubs metàl·lics 2 Protecció interior i exterior mitjana i composts
- Resistència a la tracció 0 No declarada
- Resistència a la propagació de la flama 1 No *propagador
- Resistència a les càrregues suspeses 0 No declarada

➤ Tubs en canalitzacions encastades.

En les canalitzacions encastades, els tubs protectors podran ser rígids, corbs o flexibles, amb unes característiques mínimes indicades a continuació:

1) Tubs encastats en obres de fàbrica (parets, sostres i falsos sostres), buits de la construcció o canals protectores d'obra.

Característica Codi Grau

- Resistència a la compressió 2. Lleugera
- Resistència al impacte 2. Lleugera
- Temperatura mínima d'instal·lació i servei 2 - 5°C
- Temperatura màxima d'instal·lació i servei 1 + 60°C
- Resistència al corbat 1-2-3-4 Qualsevol de les especificades
- Propietats elèctriques 0 No declarades
- Resistència a la penetració d'objectes sòlids 4 Contra objectes D \geq 1 mm

- Resistència a la penetració de l'aigua 2 Contra gotes d'aigua caient verticalment quan el sistema de tubs està inclinat 15 °
- Resistència a la corrosió de tubs metàl·lics 2 Protecció interior i exterior mitjana

i composts

- o Resistència a la tracció 0 No declarada
- o Resistència a la propagació de la flama 1 No *propagador
- o Resistència a les càrregues suspeses 0 No declarada

2) Tubs encastrats embeguts en formigó o canalitzacions precablejades.

Característica Codi Grau

- Resistència a la compressió 3. Mitja
- Resistència al impacte 3. Mitja
- Temperatura mínima d'instal·lació i servei 2 - 5°C
- Temperatura màxima d'instal·lació i servei 2 + 90°C
- Resistència al corbat 1-2-3-4. Qualsevol de les especificades
- Propietats elèctriques 0. No declarades
- Resistència a la penetració d'objectes sòlids 5. Protegit contra la pols.
- Resistència a la penetració de l'aigua 3 Protegit contra l'aigua en forma de pluja - Resistència a la corrosió de tubs metàl·lics 2 Protecció interior i exterior mitjana i composts
 - o Resistència a la tracció 0 No declarada
 - o Resistència a la propagació de la flama 1 No *propagador
 - o Resistència a les càrregues suspeses 0 No declarada

➤ Tubs en canalitzacions aèries o amb tubs a l'aire.

En les canalitzacions a l'aire, destinades a l'alimentació de màquines o elements de mobilitat restringida, els tubs seran flexibles i les seves característiques mínimes per a instal·lacions ordinàries seran les indicades a continuació:

Característica Codi Grau

- Resistència a la compressió 4. Forta
- Resistència al impacte 3. Mitja
- Temperatura mínima d'instal·lació i servei 2 - 5°C
- Temperatura màxima d'instal·lació i servei 1 + 60°C
- Resistència al corbat 4. Flexible.
- Propietats elèctriques 1/2 Continuïtat/aïllat
- Resistència a la penetració d'objectes sòlids 4 Contra objectes D \geq 1mm
- Resistència a la penetració de l'aigua 2 Contra gotes d'aigua caient verticalment quan el sistema de tubs està inclinat 15°
- Resistència a la corrosió de tubs metàl·lics 2 Protecció interior mitjana i exterior elevada i composts
 - Resistència a la tracció 2 Lleugera
 - Resistència a la propagació de la flama 1 No *propagador
 - Resistència a les càrregues suspeses 2 Lleugera

Es recomana no utilitzar aquest tipus d'instal·lació per a seccions nominals de conductor superiors a 16 mm².

➤ Tubs en canalitzacions enterrades:

Les característiques mínimes dels tubs enterrats seran les següents:

Característica Codi Grau

- Resistència a la compressió NA 250 N / 450 N / 750 N
- Resistència al impacte NA Lleuger / Normal / Normal
- Temperatura mínima d'instal·lació i servei *NA *NA

- Temperatura màxima d'instal·lació i servei NA
- Resistència al corbat 1-2-3-4 Qualsevol de les especificades
- Propietats elèctriques 0 No declarades
- Resistència a la penetració d'objectes sòlids 4 Contra objectes $D \geq 1 \text{ mm}$
- Resistència a la penetració de l'aigua 3 Contra l'aigua en forma de pluja
- Resistència a la corrosió de tubs metàl·lics 2 Protecció interior i exterior mitjana i composts
 - o Resistència a la tracció 0 No declarada
 - o Resistència a la propagació de la flama 0. No declarada
 - o Resistència a les càrregues suspeses 0. No declarada

Notes:

- NA: No aplicable.

Per a tubs embeguts en formigó aplica 250 N i grau Lleuger; per a tubs en sòl lleuger aplica 450 N i grau Normal; per a tubs en sòls pesats aplica 750 N i grau Normal.

Es considera sòl lleuger aquell sòl uniforme que no sigui del tipus pedregós i amb càrregues superiors lleugeres, com per exemple, voreres, parcs i jardins. Sòl pesat és aquell del tipus pedregós i dur i amb càrregues superiors pesades, com per exemple, calçades i vies fèrries.

Instal·lació.

Els cables utilitzats seran de tensió assignada no inferior a 450/750 V.

El diàmetre exterior mínim dels tubs, en funció del nombre i la secció dels conductors a conduir, s'obtindrà de les taules indicades en la ITC-BT-21, així com les característiques mínimes segons el tipus d'instal·lació.

Per a l'execució de les canalitzacions sota tubs protectors, es tindran en compte les prescripcions generals següents:

- El traçat de les canalitzacions es farà seguint línies verticals i horitzontals o paral·leles a les arestes de les parets que limiten el local on s'efectua la instal·lació.
- Els tubs s'uniran entre si mitjançant accessoris adequats a la seva classe que assegurin la continuïtat de la protecció que proporcionen als conductors.

- Els tubs aïllants rígids corbs en calent podran ser ensamblats entre si en calent, recobrint l'entroncament amb una cua especial quan es precisi una unió estanca.
- Les corbes practicades en els tubs seran contínues i no originaran reduccions de secció inadmissibles. Els radis mínims de curvatura per a cada classe de tub seran els especificats pel fabricant conforme a UNE-EN
- Serà possible la fàcil introducció i retirada dels conductors en els tubs després de col·locar-los i fixats aquests i els seus accessoris, disposant per a això els registres que es considerin convenients, que en trams rectes no estaran separats entre si més de 15 metres. El nombre de corbes en angle situades entre dos registres consecutius no serà superior a 3. Els conductors s'allotjaran normalment en els tubs després de col·locats aquests.
- Els registres podran estar destinats únicament a facilitar la introducció i retirada dels conductors en els tubs o servir al mateix temps com a caixes d'entroncament o derivació.
- Les connexions entre conductors es realitzaran a l'interior de caixes apropiades de material aïllant i no *propagador de la flama. Si són metàl·liques estaran protegides contra la corrosió. Les dimensions d'aquestes caixes seran tals que permetin allotjar folgadamente tots els conductors que hagin de contenir. La seva profunditat serà almenys igual al diàmetre del tub major més un 50 % del mateix, amb un mínim de 40 mm. El seu diàmetre o costat interior mínim serà de 60 mm. Quan es vulguin fer estances les entrades dels tubs en les caixes de connexió, hauran d'utilitzar premsaestopes o ràcords adequats.
- En els tubs metàl·lics sense aïllament interior, es tindrà en compte la possibilitat que es produeixin condensacions d'aigua en el seu interior, per a això es triarà convenientment el traçat de la seva instal·lació, preveient l'evacuació i establint una ventilació apropiada a l'interior dels tubs mitjançant el sistema adequat, com pot ser, per exemple, l'ús d'una "T" de la qual un dels braços no s'empra.
- Els tubs metàl·lics que siguin accessibles han de posar-se a terra. La seva continuïtat elèctrica haurà de quedar convenientment assegurada. En el cas d'utilitzar tubs metàl·lics flexibles, és necessari que la distància entre dues posades a terra consecutives dels tubs no excedeixi de 10 metres.
- No es podran utilitzar els tubs metàl·lics com a conductors de protecció o de neutre.

Quan els tubs s'instal·lin en muntatge superficial, es tindran en compte, a més, les següents prescripcions:

- Els tubs es fixaran a les parets o sostres per mitjà de brides o abraçadores protegides contra la corrosió i sòlidament subjectes. La distància entre aquestes serà, com a màxim, de 0,50 metres. Es disposaran fixacions d'una i una altra part en els canvis d'adreça, en els entroncaments i en la proximitat immediata de les entrades en caixes o aparells.
- Els tubs es col·locaran adaptant-se a la superfície sobre la qual s'instal·len, corbant-se o usant els accessoris necessaris.
- En alineacions rectes, les desviacions de l'eix del tub respecte a la línia que uneix els punts extrems no seran superiors al 2 per 100.
- És convenient disposar els tubs, sempre que sigui possible, a una altura mínima de 2,50 metres sobre el sòl, a fi de protegir-los d'eventuals danys mecànics.

Quan els tubs es col·loquin encastats, es tindran en compte, a més, les següents prescripcions:

- En la instal·lació dels tubs a l'interior dels elements de la construcció, les fregues no posaran en perill la seguretat de les parets o sostres en què es practiquin. Les dimensions de les fregues seran suficients perquè els tubs quedin recoberts per una capa d'1 centímetre d'espessor, com a mínim. En els angles, l'espessor d'aquesta capa pot reduir-se a 0,5 centímetres.
- No s'instal·laran entre forjat i revestiment tubs destinats a la instal·lació elèctrica de les plantes inferiors.
- Per a la instal·lació corresponent a la pròpia planta, únicament podran instal·lar-se, entre forjat i revestiment, tubs que hauran de quedar recoberts per una capa de formigó o morter d'1 centímetre d'espessor, com a mínim, a més del revestiment.
- En els canvis d'adreça, els tubs estaran convenientment corbats o ben proveïts de colzes o "T" apropiats, però en aquest últim cas només s'admetran els proveïts de tapes de registre.
- Les tapes dels registres i de les caixes de connexió quedaran accessibles i desmuntables una vegada finalitzada l'obra. Els registres i caixes quedaran enrasats amb la superfície exterior del revestiment de la paret o sostre quan no s'instal·lin a l'interior d'un allotjament tancat i practicable.
- En el cas d'utilitzar tubs encastats en parets, és convenient disposar els recorreguts horitzontals a 50 centímetres com a màxim, de sòl o sostres i els verticals a una distància dels angles de cantonades no superior a 20 centímetres.

4.3.2.2.- Conductors aïllats fixats directament sobre les parets

Aquestes instal·lacions s'establiran amb cables de tensions assignades no inferiors a 0,6/1 kV, proveïts d'aïllament i coberta (s'inclouen cables armats o amb aïllament mineral).

Per a l'execució de les canalitzacions es tindran en compte les següents prescripcions:

- Es fixaran sobre les parets per mitjà de brides, abraçadores, o collarets de manera que no perjudiquin les cobertes dels mateixos.
- Amb la finalitat de que els cables no siguin susceptibles de doblegar-se per efecte del seu propi pes, els punts de fixació dels mateixos estaran suficientment propers. La distància entre dos punts de fixació successius, no excedirà de 0,40 metres.
- Quan els cables hagin de disposar de protecció mecànica pel lloc i condicions d'instal·lació en què s'efectuï la mateixa, s'utilitzaran cables armats. En cas de no utilitzar aquests cables, s'establirà una protecció mecànica complementària sobre els mateixos.
- S'evitarà corbar els cables amb un radi massa petit i excepte prescripció en contra fixada en la Norma UNEIX corresponent al cable utilitzat, aquest radi no serà inferior a 10 vegades el diàmetre exterior del cable.
- Els creus dels cables amb canalitzacions no elèctriques es podran efectuar per la part anterior o posterior a aquestes, deixant una distància mínima de 3 cm entre la superfície exterior de la canalització no elèctrica i la coberta dels cables quan l'encreuament s'efectuï per la part anterior d'aquella.
- Els extrems dels cables seran estancs quan les característiques dels locals o emplaçaments així ho exigeixin, utilitzant-se a aquesta fi caixes o altres dispositius adequats. L'estanquitat podrà quedar assegurada amb l'ajuda de *premsaestopes.
- Els entroncaments i connexions es faran per mitjà de caixes o dispositius equivalents proveïts de tapes desmuntables que assegurin alhora la continuïtat de la protecció mecànica establerta, l'aïllament i la inaccessibilitat de les connexions i permetent la seva verificació en cas necessari.

4.3.2.3.- Conductors aïllats enterrats

Les condicions per a aquestes canalitzacions, en les quals els conductors aïllats hauran d'anar sota tub tret que tinguin coberta i una tensió assignada 0,6/1kV, s'establiran d'acord amb l'assenyalat en la Instruccions ITC-BT-07 i ITC-BT-21.

4.3.2.4.- Conductors aïllats directament encastrats en estructures

Per a aquestes canalitzacions són necessaris conductors aïllats amb coberta (inclosos cables armats o amb aïllament mineral). La temperatura mínima i màxima d'instal·lació i servei serà de -5°C i 90°C respectivament (polietilè reticulat o etilè - propilè).

4.3.2.5.- Conductors aïllats sota canals protectores

La canal protectora és un material d'instal·lació constituït per un perfil de parets perforades o no, destinat a allotjar conductors o cables i tancat per una tapa desmuntable. Els cables utilitzats seran de tensió assignada no inferior a 450/750 V.

Les canals protectores tindran un grau de protecció IP4X i estaran classificades com a "canals amb tapa d'accés que només poden obrir-se amb eines". En el seu interior es podran col·locar mecanismes tals com a interruptors, preses de corrent, dispositius de comandament i control, etc, sempre que es fixin d'acord amb les instruccions del fabricant. També es podran realitzar entroncaments de conductors en el seu interior i connexions als mecanismes.

Les canalitzacions per a instal·lacions superficials ordinàries tindran unes característiques mínimes indicades a continuació:

Característica Grau

Dimensió del costat major de $\geq 16 \text{ mm}$ la secció transversal

- Resistència al impacte Molt lleugera Mitja
- Temperatura mínima de + 15°C - 5°C instal·lació i servei
- Temperatura màxima de + 60°C + 60°C instal·lació i servei
- Propietats elèctriques Aïllant Continuitat elèctrica/aïllant
- Resistència a la penetració 4 No inferior a 2 d'objectes sòlids
- Resistència a la penetració No declarada d'aigua
- Resistència a la propagació No propagador de la flama

El compliment d'aquestes característiques es realitzarà segons els assajos indicats en les normes UNE-EN 501085.

Les canals protectores per a aplicacions no ordinàries hauran de tenir unes característiques mínimes de resistència al impacte, de temperatura mínima i màxima d'instal·lació i servei, de resistència a la penetració d'objectes sòlids i de resistència a la penetració d'aigua, adequades a les condicions de l'emplaçament al que es destina; així mateix les canals seran no propagadores

de la flama. Aquestes característiques seran conformes a les normes de la sèrie UNE-EN 50.085.

El traçat de les canalitzacions es farà seguint preferentment línies verticals i horitzontals o paral·leles a les arestes de les parets que limiten al local on s'efectua la instal·lació.

Les canals amb conductivitat elèctrica s'han de connectar a la xarxa de terra, la seva continuïtat elèctrica quedarà convenientment assegurada.

La tapa de les canals quedarà sempre accessible.

4.3.2.6.- Normes d'instal·lació en presència d'altres canalitzacions no elèctriques

En cas de proximitat de canalitzacions elèctriques amb unes altres no elèctriques, es disposaran de manera que entre les superfícies exteriors d'ambdues es mantingui una distància mínima de 3 cm. En cas de proximitat amb conductes de calefacció, d'aire calent, vapor o fum, les canalitzacions elèctriques s'establiran de manera que no puguin aconseguir una temperatura perillosa i, per tant, es mantindran separades per una distància convenient o per mitjà de pantalles calorífugats.

Les canalitzacions elèctriques no se situaran per sota d'altres canalitzacions que puguin donar lloc a condensacions, tals com les destinades a conducció de vapor, d'aigua, de gas, etc., tret que es prenguin les disposicions necessàries per protegir les canalitzacions elèctriques contra els efectes d'aquestes condensacions.

4.3.2.7.- Accessibilitat a les instal·lacions

Les canalitzacions hauran d'estar disposades de manera que facilitin la seva maniobra, inspecció i accés a les seves connexions. Les canalitzacions elèctriques s'establiran de manera que mitjançant la convenient identificació dels seus circuits i elements, es pugui procedir en tot moment a reparacions, transformacions, etc.

En tota la longitud dels passos de canalitzacions a través d'elements de la construcció, tals com a murs, envans i sostres, no es disposaran entroncaments o derivacions de cables, estant protegides contra les deterioracions mecàniques, les accions químiques i els efectes de la humitat.

Les cobertes, tapes o envolupants, comandaments i pulsadors de maniobra d'aparells tals com a mecanismes, interruptors, bases, reguladors, etc, instal·lats en els locals humits o mullats, seran de material aïllant.

4.3.3.- Conductors

Els conductors utilitzats es regiran per les especificacions del projecte, segons s'indica en Memòria, Plànols i Mesuraments.

4.3.3.1.- Materials

Els conductors seran dels següents tipus:

- De 450/750 V de tensió nominal.
- Conductor: de coure.
- Formació: unipolars.
- Aïllament: policlorur de vinil (*PVC).
- Tensió de prova: 2.500 V.
- Instal·lació: sota tub.
- Normativa d'aplicació: UNEIX 21.031.
- De 0,6/1 kV de tensió nominal.
- Conductor: de coure (o d'alumini, quan ho requereixin les especificacions del projecte).
- Formació: uni-bi-tri- tetrapolars.
- Aïllament: policlorur de vinil (PVC) o polietilè reticulat (XLPE).
- Tensió de prova: 4.000 V.
- Instal·lació: a l'aire o en safata.
- Normativa d'aplicació: UNEIX 21.123.

Els conductors de secció igual o superior a 6 mm² hauran d'estar constituïts per cable obtingut per trenat de fil de coure del diàmetre corresponent a la secció del conductor que es tracti.

4.3.3.2.- Dimensionament

Per a la selecció dels conductors actius del cable adequat a cada càrrega s'usarà el més desfavorable entre els següents criteris:

- Intensitat màxima admissible. Com a intensitat es prendrà la pròpia de cada càrrega. Partint de les intensitats nominals així establertes, s'escollirà la secció del cable que admeti aquesta intensitat d'acord a les

prescripcions del Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió ITC-BT-19 o les recomanacions del fabricant, adoptant els oportuns coeficients correctors segons les condicions de la instal·lació. Quant a coeficients de majoració de la càrrega, s'hauran de tenir presents les Instruccions ITC-BT-44 per a receptors d'enllumenat i ITC-BT-47 per a receptors de motor.

- Caiguda de tensió en servei. La secció dels conductors a utilitzar es determinarà de manera que la caiguda de tensió entre l'origen de la instal·lació i qualsevol punt d'utilització, sigui menor del 3 % de la tensió nominal en l'origen de la instal·lació, per a enllumenat, i del 5 % pels altres usos, considerant alimentats tots els receptors susceptibles de funcionar simultàniament. Per a la derivació individual la caiguda de tensió màxima admissible serà de l'1,5 %. El valor de la caiguda de tensió podrà compensar-se entre la de la instal·lació interior i la de la derivació individual, de manera que la caiguda de tensió total sigui inferior a la suma dels valors límits especificats per a ambdues.
- Caiguda de tensió transitòria. La caiguda de tensió en tot el sistema durant l'arrencada de motors no ha de provocar condicions que impedeixin l'arrencada dels mateixos, desconexió dels contactors, parpelleig d'enllumenat, etc.

La secció del conductor neutre serà l'especificada en la Instrucció ITC-BT-07, apartat 1, en funció de la secció dels conductors de fase o polars de la instal·lació.

Els conductors de protecció seran del mateix tipus que els conductors actius especificats en l'apartat anterior, i tindran una secció mínima igual a la fixada per la taula 2 de la ITC-BT-18, en funció de la secció dels conductors de fase o polars de la instal·lació. Es podran instal·lar per les mateixes canalitzacions que aquests o bé en forma independent, seguint-se referent a això el que assenyalin les normes particulars de l'empresa distribuïdora de l'energia.

4.3.3.3.- Identificació de les instal·lacions

Les canalitzacions elèctriques s'establiran de manera que per convenient identificació dels seus circuits i elements, es pugui procedir en tot moment a reparacions, transformacions, etc.

Els conductors de la instal·lació han de ser fàcilment identificables, especialment pel que fa al conductor neutre i al conductor de protecció. Aquesta identificació es realitzarà pels colors que presentin els seus aïllaments. Quan existeixi conductor neutre en la instal·lació o es prevegi per a un conductor de fase la seva passada posterior a conductor neutre, s'identificaran aquests pel color blau clar. Al conductor de protecció se li identificarà pel color verd-groc. Tots els conductors de fase, o si escau, aquells pels quals no es prevegi la seva passada posterior a neutre, s'identificaran pels colors marró, negre o gris.

4.3.3.4.- Resistència d'aïllament i rigidesa dielèctrica

Les instal·lacions hauran de presentar una resistència d'aïllament almenys igual als valors indicats en la taula següent:

Tensió nominal instal·lació	Tensió assajo corrent continu (V)	Resistència d'aïllament (MW)
-----------------------------	-----------------------------------	------------------------------

MBTS o MBTP 250	3 0,25	
-----------------	--------	--

£ 500 V 500	3 0,50	> 500 V 1000	3 1,00
-------------	--------	--------------	--------

La rigidesa dielèctrica serà tal que, desconnectats els aparells d'utilització (receptors), resisteixi durant 1 minut una prova de tensió de $2O + 1000$ V a freqüència industrial, sent O la tensió màxima de servei expressada en volts, i amb un mínim d'1.500 V.

Els corrents de fugida no seran superiors, per al conjunt de la instal·lació o per a cadascun dels circuits en què aquesta pugui dividir-se a l'efecte de la seva protecció, a la sensibilitat que presentin els interruptors diferencials instal·lats com a protecció contra els contactes indirectes.

4.3.4.- Caixes d'entroncament

Les connexions entre conductors es realitzaran a l'interior de caixes apropiades de material plàstic resistent incombustible o metàl·liques, en aquest cas estaran aïllades interiorment i protegides contra l'oxidació. Les dimensions d'aquestes caixes seran tals que permetin allotjar folgadamment tots els conductors que hagin de contenir. La seva profunditat serà igual, almenys, a una vegada i mitjana el diàmetre del tub major, amb un mínim de 40 mm; el costat o diàmetre de la caixa serà de almenys 80mm. Quan es vulguin fer estances les entrades dels tubs en les caixes de connexió, s'hauran d'emprar premsaestopes adequats. En cap cas es permetrà la unió de conductors, com a entroncaments o derivacions per simple retorçament o enrotllament entre si dels conductors, sinó que haurà de realitzar-se sempre utilitzant borns de connexió.

Els conductes es fixaran fermament a totes les caixes de sortida, d'entroncament i de pas, mitjançant contrafemella . S'anirà amb compte que quedi al descobert el nombre total de fils de rosca a fi de que el casquet pugui ser perfectament estret contra l'extrem del conducte, després de la qual cosa s'estrenyerà la contrafemella per posar fermament el casquet en contacte elèctric amb la caixa.

Els conductes i caixes se subjectaran per mitjà de perns de fiador en maó buit, per mitjà de perns d'expansió en formigó i maó massís i claus Split sobre metall. Els perns de fiador de tipus cargol s'usaran en instal·lacions permanents, els de tipus de rosca quan es precisi desmuntar la instal·lació, i els perns d'expansió seran d'obertura efectiva. Seran de construcció sòlida i

capaces de resistir una tracció mínima de 20 kg. No es farà ús de claus per mitjà de subjecció de caixes o conductes.

4.3.5.- Mecanismes i preses de corrent

Els interruptors i commutadors tallaran el corrent màxim del circuit en què estiguin col·locats sense donar lloc a la formació d'arc permanent, obrint o tancant els circuits sense possibilitat de tornar a una posició intermèdia. Seran del tipus tancat i de material aïllant. Les dimensions de les peces de contacte seran tals que la temperatura no pugui excedir de 65°C en cap de les seves peces. La seva construcció serà tal que permeti realitzar un nombre total de 10.000 maniobres d'obertura i tancament, amb la seva càrrega nominal a la tensió de treball. Portaran marcada la seva intensitat i tensions nominals, i estaran provades a una tensió de 500 a 1.000 volts.

Les preses de corrent seran de material aïllant, portaran marcades la seva intensitat i tensió nominals de treball i disposaran, com a norma general, totes elles de posada a terra.

Tots ells aniran instal·lats a l'interior de caixes encastades en els paraments, de manera que a l'exterior només podrà aparèixer el comandament totalment aïllat i la tapa embellidors.

En el cas en què existeixin dos mecanismes junts, tots dos s'allotjaran en la mateixa caixa, la qual haurà d'estar dimensionada suficientment per evitar falsos contactes.

4.3.6.- Aparells de comandament i protecció

4.3.6.1.- Quadres elèctrics

Tots els quadres elèctrics seran nous i es lliuraran en obra sense cap defecte. Estaran dissenyats seguint els requisits d'aquestes especificacions i es construiran d'acord amb el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió i amb les recomanacions de la Comissió Electrotècnica Internacional (CEI).

Cada circuit en sortida de quadre estarà protegit contra les sobrecàrregues i curtcircuits. La protecció contra corrents de defecte cap a terra es farà per circuit o grup de circuits segons s'indica en el projecte, mitjançant l'ocupació d'interruptors diferencials de sensibilitat adequada, segons ITC-BT-24.

Els quadres seran adequats per a treball en servei continu. Les variacions màximes admeses de tensió i freqüència seran de el + 5 % sobre el valor nominal.

Els quadres seran dissenyats per a servei interior, completament estancs a la pols i la humitat, ensamblats i cablejats totalment en fàbrica, i estaran constituïts per una estructura metàl·lica de perfils laminats en fred, adequada per al muntatge sobre el sòl, i panells de tancament de xapa d'acer de fort

espessor, o de qualsevol un altre material que sigui mecànicament resistent i no inflamable.

Alternativament, la cabina dels quadres podrà estar constituïda per mòduls de material plàstic, amb la part frontal transparent.

Les portes estaran proveïdes amb una junta d'estanqueïtat de neoprè o material similar, per evitar l'entrada de pols.

Tots els cables s'instal·laran dins de safata proveïda de tapa desmuntable. Els cables de força aniran en safates diferents en tot el seu recorregut de les safates per als cables de comandament i control.

Els aparells es muntaran deixant entre ells i les parts adjacents d'altres elements una distància mínima igual a la recomanada pel fabricant dels aparells, en qualsevol cas mai inferior a la quarta part de la dimensió de l'aparell en l'adreça considerada.

La profunditat dels quadres serà de 500mm i la seva altura i amplària la necessària per a la col·locació dels components i igual a un múltiple sencer del mòdul del fabricant. Els quadres estaran dissenyats per poder ser ampliat per tots dos extrems.

Els aparells indicadors (llums, amperímetres, voltímetres, etc), dispositius de comandament (*polsadors, interruptors, commutadors, etc), panells sinòptics, etc, es muntaran sobre la part frontal dels quadres.

Tots els components interiors, aparells i cables, seran accessibles des de l'exterior pel front.

El cablejat interior dels quadres es portarà fins a una regleta de bornes situada al costat de les entrades dels cables des de l'exterior.

Les parts metàl·liques de l'embolcall dels quadres es protegiran contra la corrosió per mitjà d'una imprimació a força de dues mans de pintura *anticorrosiva i una pintura d'acabat de color que s'especifiqui en els Mesuraments o, en defecte d'això, per l'Adreça Tècnica durant el transcurs de la instal·lació.

La construcció i disseny dels quadres hauran de proporcionar seguretat al personal i garantir un perfecte funcionament sota totes les condicions de servei, i en particular:

- Els compartiments que hagin de ser accessibles per a accionament o manteniment estant el quadre en servei no tindran peces en tensió al descobert.

- El quadre i tots els seus components seran capaços de suportar els corrents de curtcircuit (ca) segons especificacions ressenyades en plànols i mesuraments.

4.3.6.2.- Interruptors automàtics

En l'origen de la instal·lació i el més a prop possible del punt d'alimentació a la mateixa, es col·locarà el quadre general de comandament i protecció, en el qual es disposarà un interruptor general de tall unipolar, així com dispositius de protecció contra sobreintensitats de cadascun dels circuits que parteixen d'aquest quadre.

La protecció contra sobreintensitats per a tots els conductors (fases i neutre) de cada circuit es farà amb interruptors magnetotèrmics o automàtics de tall multipolar, amb corba tèrmica de tall per a la protecció a sobrecàrregues i sistema de tall electromagnètic per a la protecció a curtcircuits.

En general, els dispositius destinats a la protecció dels circuits s'instal·laran en l'origen d'aquests, així com en els punts en què la intensitat admissible disminueixi per canvis deguts a secció, condicions d'instal·lació, sistema d'execució o tipus de conductors utilitzats. No obstant això, no s'exigeix instal·lar dispositius de protecció en l'origen d'un circuit en què es presenti una disminució de la intensitat admissible en el mateix, quan la seva protecció quedi assegurada per un altre dispositiu instal·lat anteriorment.

Els interruptors seran de ruptura a l'aire i de tret lliure i tindran un indicador de posició. L'accionament serà directe per pols amb mecanismes de tancament per energia acumulada. L'accionament serà manual o manual i elèctric, segons s'indiqui en l'esquema o sigui necessari per necessitats d'automatisme. Portaran marcades la intensitat i tensió nominals de funcionament, així com el signe indicador de la seva desconexió.

L'interruptor d'entrada al quadre, de tall omipolar, serà selectiu amb els interruptors situats aigües a baix, després d'ell.

Els dispositius de protecció dels interruptors seran *relés d'acció directa.

4.3.6.3.- Fusibles

Els fusibles seran d'alta capacitat de ruptura, limitadors de corrent i d'acció lenta quan vagin instal·lats en circuits de protecció de motors.

Els fusibles de protecció de circuits de control o de consumidors òhmics seran d'alta capacitat ruptura i d'acció ràpida.

Es disposaran sobre material aïllant i incombustible, i estaran construïts de tal forma que no es pugui projectar metall en fondre's. Portaran marcades la intensitat i tensió nominals de treball.

No seran admissibles elements en els quals la reposició del fusible pugui suposar un perill d'accident. Estarà muntat sobre una empunyadura que pugui ser retirada fàcilment de la base.

4.3.6.4.- Interruptors diferencials

1) La protecció contra contactes directes s'assegurarà adoptant les següents mesures:

Protecció per aïllament de les parts actives.

Les parts actives hauran d'estar recobertes d'un aïllament que no pugui ser eliminat més que destruint-ho.

Protecció per mitjà de barreres o envolupants.

Les parts actives han d'estar situades a l'interior de les envolupants o darrere de barreres que posseeixin, com a mínim, el grau de protecció IP XXB, segons UNEIX20.324. Si es necessiten obertures majors per a la reparació de peces o per al bon funcionament dels equips, s'adoptaran precaucions apropiades per impedir que les persones o animals domèstics toquin les parts actives i es garantirà que les persones siguin conscients del fet que les parts actives no han de ser tocades voluntàriament.

Les superfícies superiors de les barreres o envolupants horitzontals que són fàcilment accessibles, han de respondre com a mínim al grau de protecció IP4X o IP XXD.

Les barreres o envolupants han de fixar-se de manera segura i ser d'una robustesa i durabilitat suficients per mantenir els graus de protecció exigits, amb una separació suficient de les parts actives en les condicions normals de servei, tenint en compte les influències externes.

Quan sigui necessari suprimir les barreres, obrir les envolupants o llevar parts d'aquestes, això no ha de ser possible més que:

- bé amb l'ajuda d'una clau o d'una eina;
- bé, després de llevar la tensió de les parts actives protegides per aquestes barreres o aquestes envolupants, no podent ser restablerta la tensió fins al cap de tornar a col·locar les barreres o les envolupants;
- bé, si hi ha interposada una segona barrera que posseeix com a mínim el grau de protecció IP2X o IP XXB, que no pugui ser llevada més que amb l'ajuda d'una clau o d'una eina i que impedeixi tot contacte amb les parts actives.

Protecció complementària per dispositius de corrent diferencial - residual.

Aquesta mesura de protecció està destinada solament a complementar altres mesures de protecció contra els contactes directes.

L'ocupació de dispositius de corrent diferencial-residual, el valor del qual de corrent diferencial assignat de funcionament sigui inferior o igual a 30 dt., es reconeix com a mesura de protecció complementària en cas de fallada d'una altra mesura de protecció contra els contactes directes o en cas d'imprudència dels usuaris.

2) La protecció contra contactes indirectes s'aconseguirà mitjançant "tall automàtic de l'alimentació". Aquesta mesura consisteix a impedir, després de l'aparició d'una fallada, que una tensió de contacte de valor suficient es mantingui durant un temps tal que pugui donar com resultat un risc. La tensió límit convencional és igual a 50 V, valor eficaç en corrent altern, en condicions normals i a 24 V en locals humits.

Totes les masses dels equips elèctrics protegits per un mateix dispositiu de protecció, han de ser interconnectades i unides per un conductor de protecció a una mateixa presa de terra. El punt neutre de cada generador o transformador ha de posar-se a terra.

Es complirà la següent condició:

$R_a \times I_a \leq U_0$

on:

- R_a és la suma de les resistències de la presa de terra i dels conductors de protecció de masses.
- I_a és el corrent que assegura el funcionament automàtic del dispositiu de protecció. Quan el dispositiu de protecció és un dispositiu de corrent diferencial - residual és el corrent diferencial – residual assignada.
- U_0 és la tensió de contacte límit convencional (50 o 24V).

4.3.6.5.- Seccionadors

Els seccionadors en càrrega seran de connexió i desconnexió brusca, ambdues independents de l'acció de l'operador.

Els seccionadors seran adequats per a servei continu i capaços d'obrir i tancar el corrent nominal a tensió nominal amb un factor de potència igual o inferior a 0,7.

4.3.7.- Receptors d'enllumenat

Les lluminàries seran conformes als requisits establerts en les normes de la sèrie UNE-EN 60598.

La massa de les lluminàries suspeses excepcionalment de cables flexibles no han d'excedir de 5 kg. Els conductors, que han de ser capaços de suportar aquest pes, no han de presentar entroncaments intermedis i l'esforç haurà de realitzar-se sobre un element diferent del born de connexió.

Les parts metàl·liques accessibles de les lluminàries que no siguin de Classe II o Classe III, hauran de tenir un element de connexió per a la seva posada a terra, que anirà connectat de manera fiable i permanent al conductor de protecció del circuit.

L'ús de llums de gasos amb descàrregues a alta tensió (neó, etc), es permetrà quan la seva ubicació estigui fos del volum d'accessibilitat o quan s'instal·lin barreres o envolupants separadores.

En instal·lacions d'il·luminació amb llums de descàrrega realitzades en locals en els quals funcionin màquines amb moviment alternatiu o rotatori ràpid, s'hauran de prendre les mesures necessàries per evitar la possibilitat d'accidents causats per il·lusió òptica originada per l'efecte estroboscòpic.

Els circuits d'alimentació estaran prevists per transportar la càrrega deguda als propis receptors, als seus elements associats i als seus corrents harmònics i d'arrencada. Per a receptors amb llums de descàrrega, la càrrega mínima prevista en voltiampers serà d'1,8 vegades la potència en watts dels llums. En el cas de distribucions monofàsiques, el conductor neutre tindrà la mateixa secció que els de fase. Serà acceptable un coeficient diferent per al càlcul de la secció dels conductors, sempre que el factor de potència de cada receptor sigui major o igual a 0,9 i si es coneix la càrrega que suposa cadascun dels elements associats als llums i els corrents d'arrencada, que tant aquestes com aquells puguin produir. En aquest cas, el coeficient serà el que resulti.

En el cas de receptors amb llums de descàrrega serà obligatòria la compensació del factor de potència fins a un valor mínim de 0,9.

En instal·lacions amb llums de molt baixa tensió (p.i. 12 V) ha de preveure's la utilització de transformadors adequats, per assegurar una adequada protecció tèrmica, contra curtcircuits i sobrecàrregues i contra els xocs elèctrics.

Per als rètols lluminosos i per a instal·lacions que els alimenten amb tensions assignades de sortida en buit compreses entre 1 i 10 kV s'aplicarà el que es disposa en la norma UNE-EN 50.107.

4.3.8.- Posades a terra

Les posades a terra s'estableixen principalment a fi de limitar la tensió que, pel que fa a terra, puguin presentar en un moment donat les masses metàl·liques, assegurar l'actuació de les proteccions i eliminar o disminuir el risc que suposa una avaria en els materials elèctrics utilitzats.

La posada o connexió a terra és la unió elèctrica directa, sense fusibles ni protecció alguna, d'una part del circuit elèctric o d'una part conductora no pertanyent al mateix, mitjançant una presa de terra amb un elèctrode o grup d'elèctrodes enterrats en el sòl.

Mitjançant la instal·lació de posada a terra s'haurà d'aconseguir que en el conjunt d'instal·lacions, edificis i superfície propera del terreny no apareguin diferències de potencial perilloses i que, al mateix temps, permeti el pas a terra dels corrents de defecte o les de descàrrega d'origen atmosfèric.

L'elecció i instal·lació dels materials que assegurin la posada a terra han de ser tals que:

- El valor de la resistència de posada a terra estigui conforme amb les normes de protecció i de funcionament de la instal·lació i es mantingui d'aquesta manera al llarg del temps.
- Els corrents de defecte a terra i els corrents de fugida puguin circular sense perill, particularment des del punt de vista de sol·licitacions tèrmiques, mecàniques i elèctriques.
- La solidesa o la protecció mecànica quedi assegurada amb independència de les condicions benivolgudes d'influències externes.
- Contemplin els possibles riscos deguts a electròlisis que poguessin afectar a altres parts metàl·liques.

4.3.8.1.- Unions a terra

Prens de terra.

Per a la presa de terra es poden utilitzar elèctrodes formats per:

- Barres, tubs.
- Platines, conductors nus.
- Plaques.
- Anells o malles metàl·liques constituïts pels elements anteriors o les seves combinacions.
- Armadures de formigó enterrades; amb excepció de les armadures pretesades.
- Altres estructures enterrades que es demostrï que són apropiades.

Els conductors de coure utilitzats com a elèctrodes seran de construcció i resistència elèctrica segons la classe 2 de la norma UNE 21.022.

El tipus i la profunditat d'enterrament de les preses de terra han de ser tals que la possible pèrdua d'humitat del sòl, la presència del gel o altres efectes climàtics, no augmentin la resistència de la presa de terra per sobre del valor previst. La profunditat mai serà inferior a 0,50m.

Conductors de terra.

La secció dels conductors de terra, quan estiguin enterrats, hauran d'estar d'acord amb els valors indicats en la taula següent. La secció no serà inferior a la mínima exigida per als conductors de protecció.

Tipus Protegit mecànicament No protegit mecànicament

Protegit contra Igual a conductors 16mm² Cu

No protegit contra 25mm² Cu 25mm² Cu la corrosió 50mm² Ferro 50mm² Ferro

La protecció contra la corrosió pot obtenir-se mitjançant una envolupant.

Durant l'execució de les unions entre conductors de terra i elèctrodes de terra ha d'extremar-se la cura perquè resultin elèctricament correctes. Ha de cuidar-se, especialment, que les connexions, no danyin ni als conductors ni als elèctrodes de terra.

Borns de posada a terra.

En tota instal·lació de posada a terra ha de preveure's un born principal de terra, al com han d'unir-se els conductors següents:

- Els conductors de terra.
- Els conductors de protecció.
- Els conductors d'unió equipotencial principal.
- Els conductors de posada a terra funcional, si són necessaris.

Ha de preveure's sobre els conductors de terra i en lloc accessible, un dispositiu que permeti mesurar la resistència de la presa de terra corresponent. Aquest dispositiu pot estar combinat amb el born principal de terra, ha de ser desmuntable necessàriament per mitjà d'un útil, ha de ser mecànicament segur i ha d'assegurar la continuïtat elèctrica.

Conductors de protecció.

Els conductors de protecció serveixen per unir elèctricament les masses d'una instal·lació amb el born de terra, amb la finalitat d'assegurar la protecció contra contactes indirectes.

Els conductors de protecció tindran una secció mínima igual a la fixada en la taula següent:

Secció conductors fase (mm²) Secció conductors protecció (mm²)

Sf ≤ 16 Sf 16 < Sf ≤ 35 Sf > 35 Sf/2

En tots els casos, els conductors de protecció que no formen part de la canalització d'alimentació seran de coure amb una secció, almenys de:

- 2,5mm², si els conductors de protecció disposen d'una protecció mecànica.
- 4 mm², si els conductors de protecció no disposen d'una protecció mecànica.

Com a conductors de protecció poden utilitzar-se:

- conductors en els cables multiconductors
- conductors aïllats o nus que posseeixin una envolupant comuna amb els conductors actius
- conductors separats nus o aïllats.

Cap aparell haurà de ser intercalat en el conductor de protecció. Les masses dels equips a unir amb els conductors de protecció no han de ser connectades en sèrie en un circuit de protecció.

subministrats pel fabricant.

Aquestes proves podran realitzar-se, a petició de la DO, en presència del tècnic encarregat per la mateixa.

Quan s'exigeixin els certificats d'assaig, la *EIM enviarà els protocols d'assaig, degudament certificats pel fabricant, a la DO.

4.3.9.- Control

Es realitzaran quants anàlisi, verificacions, comprovacions, assajos, proves i experiències amb els materials, elements o parts de la instal·lació que s'ordenin pel Tècnic Director de la mateixa, sent executats en laboratori que designi l'adreça, amb càrrec a la contracta.

Abans de la seva ocupació en l'obra, muntatge o instal·lació, tots els materials a emprar, les característiques tècniques dels quals, així com les de la seva posada en obra, han quedat ja especificades en apartats anteriors, seran reconeguts pel Tècnic Director o persona en la qual aquest delegui, sense l'aprovació de la qual no podrà procedir-se a la seva ocupació. Els que per mala qualitat, falta de protecció o aïllament o altres defectes no s'estimin

admissibles per aquell, hauran de ser retirats immediatament. Aquest reconeixement previ dels materials no constituirà la seva recepció definitiva, i el Tècnic Director podrà retirar en qualsevol moment aquells que presentin algun defecte no apreciat anteriorment, encara a costa, si calgués, de desfer la instal·lació o muntatge executats amb ells. Per tant, la responsabilitat del contractista en el compliment de les especificacions dels materials no cessarà mentre no siguin rebuts definitivament els treballs en els quals s'hagin emprat.

4.3.10.- Seguretat

En general, basant-nos en la Llei de Prevenció de Riscos Laborals i les especificacions de les normes NTE, es compliran, entre unes altres, les següents condicions de seguretat:

- Sempre que es vagi a intervenir en una instal·lació elèctrica, tant en l'execució de la mateixa com en el seu manteniment, els treballs es realitzaran sense tensió, assegurant-nos la inexistència d'aquesta mitjançant els corresponents aparells de mesurament i comprovació.
- En el lloc de treball es trobarà sempre un mínim de dos operaris.
- S'utilitzaran guants i eines aïllants.
- Quan s'usin aparells o eines elèctrics, a més de connectar-los a terra quan així ho precisin, estaran dotats d'un grau d'aïllament II, o estaran alimentats amb una tensió inferior a 50 V mitjançant transformadors de seguretat.
- Seran bloquejats en posició d'obertura, si és possible, cadascun dels aparells de protecció, seccionament i maniobra, col·locant en el seu comandament un rètol amb la prohibició de maniobrar-ho.
- No es restablirà el servei en finalitzar els treballs abans d'haver comprovat que no existeixi perill algun.
- En general, mentre els operaris treballin en circuits o equips a tensió o en la seva proximitat, usaran roba sense accessoris metàl·lics i evitaran l'ús innecessari d'objectes de metall o articles inflamables; portaran les eines o equips en borses i utilitzaran calçat aïllant, almenys, sense claus en les soles.
- Es compliran així mateix totes les disposicions generals de seguretat d'obligat compliment relatives a seguretat, higiene i salut en el treball, i les ordenances municipals que siguin aplicable.

4.3.11.- Neteja

Abans de la Recepció provisional, els quadres es netejaran de pols, pintura, pellofes i de qualsevol material que pugui haver-se acumulat durant el curs de l'obra en el seu interior o a l'exterior.

4.3.12.- Manteniment

Quan sigui necessari intervenir novament en la instal·lació, bé sigui per causa d'avaries o per efectuar modificacions en la mateixa, hauran de tenir-se en compte totes les especificacions ressenyades en els apartats d'execució, control i seguretat, en la mateixa forma que si es tractés d'una instal·lació nova. S'aprofitarà l'ocasió per comprovar l'estat general de la instal·lació, substituint o reparant aquells elements que ho precisin, utilitzant materials de característiques similars als reemplaçats.

4.3.13.- Criteris de medició

Les unitats d'obra seran mesurades conformement als especificat en la normativa vigent, o bé, en el cas que aquesta no sigui suficient explícita, en la forma ressenyada en el Plec Particular de Condicions que els sigui aplicable, o fins i tot tal com figurin aquestes unitats en l'Estat de Mesuraments del Projecte. A les unitats mesurades se'ls aplicaran els preus que figurin al Pressupost, en els quals es consideren inclosos totes les despeses de transport, indemnitzacions i el import dels drets fiscals amb els quals es trobin gravats per les diferents Administracions, a més de les despeses generals de la contracta. Si hi hagués necessitat de realitzar alguna unitat d'obra no compresa en el Projecte, es formalitzarà el corresponent preu contradictori.

Els cables, safates i tubs es mesuraran per unitat de longitud (metre), segons tipus i dimensions.

En el mesurament s'entendran inclosos tots els accessoris necessaris per al muntatge (grapes, terminals, borns, caixes de derivació, etc), així com la mà d'obra per al transport a l'interior de l'obra, muntatge i proves de recepció.

Els quadres i receptors elèctrics es mesuraran per unitats muntades i connectades.

La connexió dels cables als elements receptors (quadres, motors, resistències, aparells de control, etc) serà efectuada pel subministrador del mateix element receptor.

El transport dels materials a l'interior de l'obra estarà a càrrec de la EIM.

5.- ESTAT D'AMIDAMENTS

Codi	Unitats	Descripció	Longitud	Amplada	Altura	Parcials	Medició
------	---------	------------	----------	---------	--------	----------	---------

CAPÍTOL C01 SUBSTITUCIÓ LLUMINARIES

1.001

D28EG830 Ud LLUMINÀRIA 21 w LED

57

Ud. Instal·lació de lluminària de 16 LED de 21 w. PHILIPS CITYSOUL LED BGP430 16xGRN 1-S740 DC, muntada sobre bàcul existent o façana per a vials de 6m. de calçada separades a una distància màxima de 25m. composta de: bàcul troncocònic construïda en xapa d'acer de 3mm. d'espessor galvanitzat, i/ placa de seient; lluminària totalment completa, amb equip electrònic d'encesa incorporat, tancament de policarbonat; acoblament a pal de fundició d'alumini injectat, IP-65 o façana ja existent; S'hi inclou el muntatge, connexió, posta a terra, replanteig i material auxiliar de connexionat.

TOTAL

57,00

1.002

D28EG840 Ud LLUMINÀRIA 58 w LED

61

Ud. Instal·lació de lluminària de 32 LED de 58 W de potència PHILIPS CITY SOUL LED BGP430 32xECO 1-S/830.DW muntada sobre bàcul existent o façana, per vials de fins de 8m. de calçada separades a una distància màxima de 25m. composta de: bàcul troncocònic construïda en xapa d'acer de 3mm. d'espessor galvanitzat o sobre suport de façana ja existent, i/ placa d'anclatge; lluminària totalment completa, amb equip electrònic d'encesa incorporat, tancament de policarbonat; acoblament a pal de fundició d'alumini injectat, IP-65 o façana ja existent; S'hi inclou el muntatge, connexió, posta a terra, replanteig i material auxiliar de connexionat.

TOTAL

61,00

Codi	Unitats	Descripció	Longitud	Amplada	Altura	Parcials	Medició
1.003							
D28EG850	Ud	LLUMINÀRIA FAROLA 30 LED 36W					
	13	Ud. Instal·lació de lluminària de LED de 36 W, format per placa de 30 LED de 1,2 w CARANDINI CLAMOD LED CLM-V/GC-30/LED cadascun muntat sobre suport existent per distàncies de 10m. instal·lada sobre màstil existent construït en xapa d'acer de 3mm. d' espessor galvanitzat, lluminària totalment complerta, amb equip electrònic d'encesa incorporat, tancament de policarbonat; acoblament a pal de fundició d'alumini injectat, IP-65 o façana ja existent; S'hi inclou el muntatge, connexió, posta a terra, replanteig i material auxiliar de connexionat.					
		TOTAL					13,00
1.004							
D28EG860	Ud	PANELL FOCUS 30 LED 50W					
	9	Ud. Instal·lació panell de LED de 50 W, format per placa de 30 LED PHILIPS BCP431 30xLED-HB/WH 3000-6500 24º WH cadascun muntat sobre suport existent , lluminària totalment complerta, amb equip electrònic d'encesa incorporat, tancament de policarbonat; acoblament a suport ja existent; S'hi inclou el muntatge, connexió, posta a terra, replanteig i material auxiliar de connexionat.					
		TOTAL					9,00
1.005							
D28EG851	Ud	LLUMINÀRIA FANAL 30 LED 36W					
	1	Ud. Instal·lació de lluminària de LED de 36 W, format per placa de 30 LED de 1,2 w CARANDINI CLAMOD LED CLM-S/GC-30/LED cadascun muntat sobre suport existent per distàncies de 10 m. instal·lada sobre màstil existent construït en xapa d'acer de 3 mm. d' espessor galvanitzat, lluminària totalment complerta, amb equip electrònic d'encesa incorporat, tancament de policarbonat; acoblament a pal de fundició d'alumini injectat, IP-65 o façana ja existent; S'hi inclou el muntatge, connexió, posta a terra, replanteig i material auxiliar de connexionat.					
		TOTAL					1,00

Codi	Unitats	Descripció	Longitud	Amplada	Altura	Parcials	Medició
------	---------	------------	----------	---------	--------	----------	---------

CAPÍTOL C02 ADEQUACIÓ QUADRE COMANDAMENT

2.001

PA

ADEQUACIÓ QUADRE COMANDAMENT

1

Adequació del quadre de comandament per al funcionament dels equips electrònics compostos per les lluminàries de LED. Inclou modificacions, programacions, replanteig, instal·lació inclòs posta en funcionament de la instal·lació

TOTAL

1,00

6.- PRESSUPOST

ÍNDEX PRESSUPOST

6. PRESSUPOST

6.1.- Preus unitari	387
6.2.- Preus descompostos	389
6.3.- Pressupost	392
6.4.- Resum general pressupost	396

6.1.- Preus unitari

DETALL DELS PREUS

Codi	Descripció				Preu
PREUS UNITARI					
C01 SUBSTITUCIÓ LLUMINÀRIES					
1.001 D28EG830 Ud LLUMINÀRIA 21 w LED					
PHILIPS CITYSOUL LED BGP430 16xGRN 1-S740 DC					
U01AA501	1	Hr	Colla A		23,80
U31EG405	1	Ud	Bàcul 6m.+ lluminària LED BGP43016XGRN		530,13
1.002 D28EG840 Ud LLUMINÀRIA 58 w LED					
PHILIPS CITY SOUL LED BGP430 32xECO1-S/830.DW					
U01AA501	1	Hr	Colla A		23,80
U31EG410	1	Ud	Bàcul 8m.+ lluminària LED BGP43032xEC		784,06
1.003 D28EG850 Ud LLUMINÀRIA FAROLA 30 LED 36W					
CARANDINI CLAMOD LED CLM-V/GC-30/LED					
U01AA501	1	Hr	Colla A		23,80
U31EG411	1	Ud	Lluminària CARANDINI CLAMOD LED CLM-		1.265,45
1.004 D28EG860 Ud PANELL FOCUS 30 LED 50W					
PHILIPS BCP431 30xLED-HB/WH 3000-6500 24º WH					
U01AA501	1	Hr	Colla A		23,80
U31EG412	1	Ud	Lluminària Philips BCP431 30xLED HB/WH		532,46
1.005 D28EG851 Ud LLUMINÀRIA FANAL 30 LED 36W					
CARANDINI CLAMOD LED CLM-S/GC-30/LED					
U01AA501	1	Hr	Colla A		23,80
U31EG416	1	Ud	Lluminària LED Carandini CLAMOD LED CL		1.310,31

6.2.- Preus descompostos

DETALL DELS PREUS

Codi	Quantitat	Unitats.	Descripció	Preu	Import
PREUS DESCOMPOSTOS					
C01 SUBSTITUCIÓ LLUMINÀRIES					
1.001 D28EG830 Ud LLUMINÀRIA 21 w LED					
Ud. Instal·lació de lluminària de 16 LED de 21 w. PHILIPS CITYSOUL LED BGP430 16xGRN 1-S740 DC, muntada sobre bàcul existent o façana per a vials de 6m. de calçada separades a una distància màxima de 25m. Composta de: bàcul troncocònic construïda en xapa d'acer de 3mm. d'espessor galvanitzat, i placa de seient; lluminària totalment complerta, amb equip electrònic d'encesa incorporat, tancament de policarbonat; acoblament a pal de fundició d'alumini injectat, IP-65 o façana ja existent; S'hi inclou el muntatge, connexió, posta a terra, replanteig i material auxiliar de connexió.					
U01AA501	1,100	Hr	Colla A	23,80	26,18
U31EG405	1,000	Ud	Bàcul 6m.+ lluminària LED BGP43016XGRN	530,13	530,13
%3000000	5,563	%	Costos indirectes...(s/total)	2,50	13,91
TOTAL PARTIDA.....					570,22
1.002 D28EG840 Ud LLUMINARIA 58 w LED					
Ud. Instal·lació de lluminària de 32 LED de 58 W de potència PHILIPS CITY SOUL LED BGP430 32xECO 1-S/830.DW muntada sobre bàcul existent o façana, per vials de fins de 8m. de calçada separades a una distància màxima de 25 m. Composta de: bàcul troncocònic construïda en xapa d'acer de 3mm. d'espessor galvanitzat o sobre suport de façana ja existent, i placa d'ancatge; lluminària totalment complerta, amb equip electrònic d'encesa incorporat, tancament de policarbonat; acoblament a pal de fundició d'alumini injectat, IP-65 o façana ja existent; S'hi inclou el muntatge, connexió, posta a terra, replanteig i material auxiliar de connexió.					
U01AA501	1,100	Hr	Colla A	23,80	26,18
U31EG410	1,000	Ud	Bàcul 8m.+ lluminària LED BGP43032xEC	784,06	784,06
%3000000	8,102	%	Costos indirectes...(s/total)	2,50	20,26
TOTAL PARTIDA.....					830,50
1.003 D28EG850 Ud LLUMINARIA FAROLA 30 LED 36W					
Ud. Instal·lació de lluminària de LED de 36 W, format per placa de 30 LED de 1,2 w CARANDINI CLAMOD LED CLM-V/GC-30/LED cadascun muntat sobre suport existent per distàncies de 10m. instal·lada sobre màstil existent construït en xapa d'acer de 3mm. d' espessor galvanitzat, lluminària totalment complerta, amb equip electrònic d'encesa incorporat, tancament de policarbonat; acoblament a pal de fundició d'alumini injectat, IP-65 o façana ja existent; S'hi inclou el muntatge, connexió, posta a terra, replanteig i material auxiliar de connexió.					
U01AA501	1,000	Hr	Colla A	23,80	23,80
U31EG411	1,000	Ud	Lluminària CARANDINI CLAMOD LED CLM-	1.265,45	1.265,45
%3000000	12,893	%	Costos indirectes...(s/total)	2,50	32,23
TOTAL PARTIDA.....					1.321,48
1.004 D28EG860 Ud PANELL FOCUS 30 LED 50W					
Ud. Instal·lació panell de LED de 50 W, format per placa de 30 LED PHILIPS BCP431 30xLED-HB/WH 3000-6500 24° WH cadascun muntat sobre suport existent, lluminària totalment complerta, amb equip electrònic d'encesa incorporat, tancament de policarbonat; acoblament a suport ja existent; S'hi inclou el muntatge, connexió, posta a terra, replanteig i material auxiliar de connexió.					
U01AA501	1,000	Hr	Colla A	23,80	23,80
U31EG412	1,000	Ud	Lluminària Philips BCP431 30xLED HB/WH	532,46	532,46
%3000000	5,563	%	Costos indirectes...(s/total)	2,50	13,91
TOTAL PARTIDA.....					570,17
1.005 D28EG851 Ud LLUMINARIA FANAL 30 LED 36W					
Ud. Instal·lació de lluminària de LED de 36 W, format per placa de 30 LED de 1,2 w CARANDINI CLAMOD LED CLM-S/GC-30/LED cadascun muntat sobre suport existent per distàncies de 10 m. instal·lada sobre màstil existent construït en xapa d'acer de 3 mm. d' espessor galvanitzat, lluminària totalment complerta, amb equip electrònic d'encesa incorporat, tancament de policarbonat; acoblament a pal de fundició d'alumini injectat, IP-65 o façana ja existent; S'hi inclou el muntatge, connexió, posta a terra, replanteig i material auxiliar de connexió.					
U01AA501	1,300	Hr	Colla A	23,80	30,94
U31EG416	1,000	Ud	Lluminària LED Carandini CLAMOD LED CL	1.310,31	1.310,31
%3000000	13,413	%	Costos indirectes...(s/total)	2,50	33,53
TOTAL PARTIDA.....					1.374,78

				DETALL DELS PREUS	
Codi	Quantitat	Unitats.	Descripció	Preu	Import
PREUS DESCOMPOSTOS					

C02 ADEQUACIÓ QUADRE COMANDAMENT

2.001 PA ADEQUACIÓ QUADRE COMANDAMENT

Adequació del quadre de comandament per al funcionament dels equips electrònics compostos per les lluminàries de LED. Inclou modificacions, programacions, replanteig, instal·lació inclòs posta en funcionament de la instal·lació

TOTAL PARTIDA..... 1.104,77

6.3.- Pressupost

PRESSUPOSTOS

Codi	Descripció	Uds.	Longitud	Amplada	Altura	Parcials	Medició	Preu	Pressupost
------	------------	------	----------	---------	--------	----------	---------	------	------------

CAPÍTOL C01 SUBSTITUCIÓ LLUMINÀRIES

1.001

D28EG830 Ud LLUMINÀRIA 21 w LED

Ud. Instal·lació de lluminària de 16 LED de 21 w. PHILIPS CITYSOUL LED BGP430 16xGRN 1-S740 DC, muntada sobre bàcul existent o façana per a vials de 6m. de calçada separades a una distància màxima de 25 m. composta de: bàcul troncocònic construïda en xapa d'acer de 3mm. d'espessor galvanitzat, i placa de seient; lluminària totalment complerta, amb equip electrònic d'encesa incorporat, tancament de policarbonat; acoblament a pal de fundició d'alumini injectat, IP-65 o façana ja existent; S'hi inclou el muntatge, connexió, posta a terra, replanteig i material auxiliar de connexionat.

57,00 570,22 32.502,54

1.002

D28EG840 Ud LLUMINÀRIA 58 w LED

Ud. Instal·lació de lluminària de 32 LED de 58 W de potència PHILIPS CITY SOUL LED BGP430 32xECO 1-S/830.DW muntada sobre bàcul existent o façana, per vials de fins de 8m. de calçada separades a una distància màxima de 25m. composta de: bàcul troncocònic construïda en xapa d'acer de 3mm. d'espessor galvanitzat o sobre suport de façana ja existent, i/ placa d'ancatge; lluminària totalment complerta, amb equip electrònic d'encesa incorporat, tancament de policarbonat; acoblament a pal de fundició d'alumini injectat, IP-65 o façana ja existent; S'hi inclou el muntatge, connexió, posta a terra, replanteig i material auxiliar de connexionat.

61,00 830,50 50.660,50

1.003

D28EG850 Ud LLUMINÀRIA FAROLA 30 LED 36W

Ud. Instal·lació de lluminària de LED de 36 W, format per placa de 30 LED de 1,2 w CARANDINI CLAMOD LED CLM-V/GC-30/LED cadascun muntat sobre suport existent per distàncies de 10m. instal·lada sobre màstil existent construït en xapa d'acer de 3mm. d' espessor galvanitzat, lluminària totalment complerta, amb equip electrònic d'encesa incorporat, tancament de policarbonat; acoblament a pal de fundició d'alumini injectat, IP-65 o façana ja existent; S'hi inclou el muntatge, connexió, posta a terra, replanteig i material auxiliar de connexionat.

13,00 1.321,48 17.179,24

1.004

D28EG860 Ud PANELL FOCUS 30 LED 50W

Ud. Instal·lació panell de LED de 50 W, format per placa de 30 LED PHILIPS BCP431 30xLED-HB/WH 3000-6500 24º WH cadascun muntat sobre suport existent, lluminària totalment complerta, amb equip electrònic d'encesa incorporat, tancament de policarbonat; acoblament a suport ja existent; S'hi inclou el muntatge, connexió, posta a terra, replanteig i material auxiliar de connexionat.

9,00 570,17 5.131,53

PRESSUPOSTOS

Codi	Descripció	Uds.	Longitud	Amplada	Altura	Parcials	Medició	Preu	Pressupost
1.005									
D28EG851	Ud LLUMINÀRIA FANAL 30 LED 36W								
	Ud. Instal·lació de lluminària de LED de 36 W, format per placa de 30 LED de 1,2 w CARANDINI CLAMOD LED CLM-S/GC-30/LED cadascun muntat sobre suport existent per distàncies de 10m. instal·lada sobre màstil existent construït en xapa d'acer de 3mm. d' espessor galvanitzat, lluminària totalment completa, amb equip electrònic d'encesa incorporat, tancament de policarbonat; acoblament a pal de fundició d'alumini injectat, IP-65 o façana ja existent; S'hi inclou el muntatge, connexió, posta a terra, replanteig i material auxiliar de connexionat.								
							1,00	1.374,78	1.374,78

TOTAL CAPÍTOL C01 SUBSTITUCIÓ LLUMINÀRIES..... 106.848,59

PRESSUPOSTOS

Codi	Descripció	Uds.	Longitud	Amplada	Altura	Parcials	Medició	Preu	Pressupost
------	------------	------	----------	---------	--------	----------	---------	------	------------

CAPÍTOL C02 ADEQUACIÓ QUADRE COMANDAMENT

2.001
PA

ADEQUACIÓ QUADRE COMANDAMENT

Adequació del quadre de comandament per al funcionament dels equips electrònics compostos per les lluminàries de LED. Inclou modificacions, programacions, replanteig, instal·lació inclòs posta en funcionament de la instal·lació

1,00	1.104,77	1.104,77
------	----------	----------

TOTAL CAPÍTOL C02 ADEQUACIÓ QUADRE COMANDAMENT.....1.104,77

6.4.- Resum general del pressupost

RESUM GENERAL DEL PRESSUPOST

Codi	Capítol	Total €
C01	SUBSTITUCIÓ LLUMINÀRIES	106.848,59
C02	ADEQUACIÓ QUADRE COMANDAMENT	1.104,77
	PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL.....	107.953,36
	7% Costos Generals.....	7.556,74
	5% Benefici Industrial.....	5.397,67
	Suma.....	120.907,77
	18% I.V.A. de Contracta.....	21.763,40
	PRESSUPOST DE CONTRACTA.....	142.671,17
	=====	